

# નિવેદન

સ્વ. ડૉ. આર્યાસાહેબ રામચન્દ્રરાવ ચવ્ડાણુ અને ડૉ. ચન્દ્રવદન એચ. પાડકે ગુજરાતીમાં તૈયાર કરેલ 'વનસ્પતિશાસ્ત્ર' એ પુસ્તક પ્રગટ કરતાં આનંદ થાય છે. ગુજરાત અને મહારાષ્ટ્રનાં રાજ્યોત્તુ વિભાજન થયા પૂર્વેની મુળ-સરકારે આ યુનિવર્સિટીને, હવે વિદ્યાવિતરણને યોગ્ય એવાં ગુજરાતી પુસ્તકો તૈયાર કરવા રૂ. ૩૦,૦૦૦ ધીર્યાં હતા. ત્યાર પછી ગુજરાત સરકારે આ યુનિવર્સિટીને એ જ હેતુ માટે રૂ. ૨૧,૦૦૦ની વધુ રકમ ધીરી હતી. આ ભંડોળમાંથી જુદા જુદા વિષયો પર ગુજરાતીમાં પુસ્તકો તૈયાર કરવાની એક યોજના ઘડવામાં આવી છે. આ યોજના અનુસાર પ્રથમ પ્રકાશન ડૉ. રમણલાલ નાગરજી મહેતા-વિરચિત 'પુરાવસ્તુવિદ્યા' (ઈ. સ. ૧૯૬૧), ખીજું પ્રકાશન ડૉ. ભાસ્કર ગોપાળજી દેસાઈ-રચિત 'પ્રભાણુશાસ્ત્ર' (ઈ. સ. ૧૯૬૨), ત્રીજું પ્રકાશન ડૉ. ભાસ્કર ગોપાળજી દેસાઈ-રચિત 'નીતિશાસ્ત્ર' (ઈ. સ. ૧૯૬૪), ચોથું પ્રકાશન ડૉ. જગમોહનદાસ મોદી-રચિત 'શિક્ષણના સિદ્ધાન્તો' (ઈ. સ. ૧૯૬૪), પાંચમું પ્રકાશન ડૉ. ગમુ પંડિત રચિત 'આર્થિક આયોજન' (ઈ. સ. ૧૯૬૬) અને છઠું પ્રકાશન ડૉ. ધનવંત એમ. દેસાઈ-રચિત 'અર્વાચીન ભારતીય જીવણીનો વિકાસ' સને ૧૯૬૮માં, પ્રસિદ્ધ થયાં હતાં. 'વનસ્પતિશાસ્ત્ર' આ યોજનામાં પ્રસિદ્ધ થતું સાતમું પ્રકાશન છે. ગુજરાતીમાં પુસ્તકો તૈયાર કરાવી પ્રસિદ્ધ કરવાની આ યોજનાનાં સ્વરૂપ અને ઉદ્દેશો વિગતે સ્પષ્ટીકરણ, આ ગ્રન્થમાળાના પ્રથમ પ્રકાશન 'પુરાવસ્તુવિદ્યા'ના 'પુરાવચન'માં, યુનિવર્સિટીના ભૂતપૂર્વ વાઇસ-ચાન્સેલર ડૉ. જ્યોતીન્દ્ર મહેતાએ કર્યું છે.

આશા છે કે વિદ્યાર્થીઓને અને અધ્યાપકોને આ પુસ્તક ઉપયોગી થઈ પડશે.

પ્રાચ્યવિદ્યા મન્દિર,  
વડોદરા  
તા. ૨૫-૧૦-૧૯

ભોગીલાલ જ. સાંડેસરા  
નિયામક  
પ્રાચ્યવિદ્યા મન્દિર, વડોદરા

## વનસ્પતિશાસ્ત્ર

(આ. રા. ચળાણ અને ચં. હી. પાઠક), ૧૯૬૮

- \* આ પુસ્તકમાં જીવશાસ્ત્રના સર્વસામાન્ય સિદ્ધાંતોની ચર્ચાનો સમાવેશ કરેલો છે.
  - \* ગુજરાત યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ, સરદાર પટેલ વિદ્યાપીઠ, વિદ્યાનગર અને મહારાજા સયાજીરાવ યુનિવર્સિટી, વડોદરા-આ વિદ્યાપીઠોના પૂર્વ-વિદ્યાપીઠ પ્રવેશ (Pre-University) વર્ષ માટેના વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને સામાન્ય જીવશાસ્ત્ર (Botany and General Biology)ના વિષયોના અભ્યાસક્રમો આ પુસ્તકમાં આવરી લેવાયા છે.
-

## પ્રસ્તાવના

ગુજરાતી ભાષામાં વનસ્પતિશાસ્ત્રના અભ્યાસ માટે પ્રવેશિકા તરીકે વપરાતાં પુસ્તકો ઉપલબ્ધ છે, પરંતુ હિંદ સરકારે માન્ય કરેલા પારિભાષિક શબ્દોનો ઉપયોગ કરીને વનસ્પતિશાસ્ત્રની અદ્યતન માહિતી આપતા પુસ્તકની ખોટ અમને લાગે છે. આ પુસ્તક લખવાનું પ્રયોજન એ ખોટ દૂર કરવાનું છે.

આ પુસ્તક લખવામાં માહિતી સરળ રીતે અપાય છતાં વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતોની ખોટી રમૂઆત ન થાય તેની કાળજી રાખી છે. વિષય સમજવાનું વિદ્યાર્થીઓને સુગમ પડે એ હેતુથી કેટલીક આકૃતિઓ ખાસ આ પુસ્તક માટે જ તૈયાર કરવામાં આવી છે.

મહારાજ સયાજીરાવ યુનિવર્સિટી, વડોદરા, ગુજરાત યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ અને સરદાર પટેલ વિદ્યાપીઠ, વલ્લભવિદ્યાનગર—આ ત્રણેય યુનિવર્સિટીઓના પૂર્વ-વિદ્યાપીઠપ્રવેશ (pre-university) વર્ગોના વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને સામાન્ય જીવશાસ્ત્રના અભ્યાસક્રમેને આ પુસ્તકમાં આવરી લેવામાં આવ્યા છે.

આ પુસ્તક તૈયાર કરવામાં અમને અમારા ઘણા સહકાર્યકર્તા મિત્રોએ મદદ કરી છે; અમે આ મિત્રોના આભારી છીએ.

આ પુસ્તકમાં આપેલી મોટા ભાગની આકૃતિઓના બ્લોકસ અમને વડોદરાની પ્રકાશનસંસ્થા આચાર્ય જૂકે ડીપો તરફથી છાપવાની પરવાનગી સાથે મળ્યા છે જે માટે એ સંસ્થાના અમે ખૂબ આભારી છીએ.

પ્રાચ્ય વિદ્યામંદિર વડોદરાના નિયામકશ્રી અને તેમના સ્ટાફનો પણ અમારે આભાર માનવાનો છે. તેમના તરફથી અમને વારંવાર ઉપયોગી સૂચનો મળ્યાં છે.

આ પુસ્તક લખવાની તક આપવા માટે અમે મહારાજ સયાજીરાવ યુનિવર્સિટી, વડોદરાના આભારી છીએ.

આ. રા. ચબ્હાણ

ચ. હી. પાઠક

## પ્રાયોગિક અભ્યાસ માટે સૂચનો

વનસ્પતિશાસ્ત્રનો અભ્યાસ ખરેખર તો વનસ્પતિઓ જ્યાં ઊગતી હોય તે સ્થળ ઉપર જઈને જ થઈ શકે. આ રીતે જોનાં વનસ્પતિશાસ્ત્રને (ખાસ કરીને વર્ગીકરણ માટે અને પરિસ્થિતિવિજ્ઞાન અથવા ઓકશાસ્ત્ર Ecology જેવી શાખાઓ માટે) વસ્તુતઃ ક્ષેત્રીયઃ શાસ્ત્ર (Field Science) કહી શકાય. મૂળ, પ્રકાંડ, પર્ણ, પુષ્પ, ફળ, વગેરે સંબંધી આકૃતિવિજ્ઞાનના જે પારિભાષિક શબ્દો તમે શીખ્યા છે તે વનસ્પતિઓનો ક્ષેત્રીય અભ્યાસ વ્યવસ્થિત રીતે કરવામાં ઉપયોગી નીવડશે. આ પારિભાષિક શબ્દો વડે તમે વનસ્પતિઓનું વર્ણન ટૂંકાણુમાંપણુ ઓકસાઈપૂર્વક કરી શકશો અને આ શબ્દો વડે કસાયલું વર્ણન આંતરરાષ્ટ્રીય રીતે માન્ય રખાશે.

વગડામાં તમે વનસ્પતિઓનો અભ્યાસ કરવાને ઇચ્છો છો ત્યારે તેને માટે તમારી તૈયારી બરાબર હોવી જોઈએ. દાખલા તરીકે, સાપ વગેરે સામે રક્ષણ માટે તમારે ફીલ્ડબૂટ પહેરવા જોઈએ અને તડકાથી બચવા માટે હેટ પહેરવી જોઈએ. બાહ્યવલોકન (outdoor observation) માટે જતી વખતે વેસ્કયુલમ (વનસ્પતિઓ અથવા તેમના અંગોને રાખવાની પેટી), સૂક્ષ્મદર્શક કાચ (લેન્સ-Lens) ચપ્પુ, કાલણી અને ધારિયું એટલી વસ્તુઓ તો હંમેશાં સાથે લઈ જવી જ જોઈએ. કોઈ વનસ્પતિ કે તેનું અંગ વિશેષ અભ્યાસ માટે પ્રયોગશાળામાં લઈ જવાની જરૂર લાગે તો આ વસ્તુઓ ઉપયોગી થઈ પડે છે. એકઠા કરેલા નમૂનાઓ સડી નહિ જાય તે માટે પરિરક્ષક દ્રાવણ (Preservative Fluid) રાખવું ઇચ્છનીય છે. બજારમાં લગભગ ૪૦ ટકાના સાન્દ્રણુવાળું ફોર્મોલિડાઇડ મળે છે, તેમાં ૧ લાગમાં ૭ લાગ પાણી ઉમેરીને આવું દ્રાવણ બનાવી શકાય છે; પુખ્તો જેવાં નાજુક અંગોને જનવવા માટે ૧ લાગમાં ૧૫ લાગ પાણી નાખી વધારે અપસાન્દ્રિત (dilute) કરેલું દ્રાવણ વાપરવું. વેસ્કયુલમમાં પાણીમાં ભીંજવેલું બ્લોટીંગ પેપર રાખવાનું બૂલશો નહિ, નહિ તો પ્રયોગશાળામાં પહોંચતા સુધીમાં એકઠા કરેલા નમૂના સુકાઈ જવાનો સંભવ છે. કણાઓ જેવા નાના કદના નમૂનાઓ ભેગા કરવા માટે લેગલ લગાડેલી કટાવાળી કાચની ટયુબો સાથે રાખવી.

નોંધપોથીમાં ટપકાવી લેવાની ટેવ રાખી. આ માહિતીમાં વનરૂપતિનો દેખાવ, સ્થાન, આબુઆબુ ઊગતી બીજી વનરૂપતિઓ, જમીનનો પ્રકાર, વનરૂપતિના સ્થાનિક લોહા દ્વારા થતા ઉપયોગો વગેરે મુદ્દાઓનો સમાવેશ થાય છે. ટૂંકામાં, લવિધ્યમાં ઉપયોગી થાય એવી કોઈ પણ માહિતીની નોંધ લેવી. આવી નોંધ વિના માત્ર સંગ્રહસ્થાનમાં ગળેલા નમૂના ઉપરથી ઉપલી માહિતી મળી શકશે નહિ.

એકઠા કરેલા વનરૂપતિનમૂનાઓ પ્રયોગશાળામાં લાવ્યા પછી તેઓ સુકાઈ જાય તે પહેલાં એમને તપાસવા જોઈ એ અને ‘ફ્લોરા’ (Flora એટલે કે જે તે પ્રદેશમાં ઊગતી વનરૂપતિઓ સંબંધી માહિતી આપતા સંદર્ભગ્રંથ)માં આપેલા વર્ણન સાથે સરખાવી વનરૂપતિનું નામ નક્કી કરી લેવું જોઈ એ. આટલું થયા પછી નમૂનાને ઝેરી દ્રાવણમાં બોળાને સકવીને બડા કાગળ અથવા પૂંદા ઉપર ચોટવા એટલે ‘હેર્બેરિયમ’ (Herbarium—વનરૂપતિસંગ્રહાલય)માં ગમવાયોગ્ય નમૂનો તૈયાર થશે. આવો નમૂનો તૈયાર કરવાની વિધિ સગળ છે અને તે કોઈ પણ કોલેજના વનરૂપતિશાસ્ત્રવિભાગ પાસેથી જાણી શકાશે.

વનરૂપતિઓને એકઠી કરતી વખતે એના પર્યાવરણ અને એની વચ્ચેના પરસ્પરસંબંધ તત્ત્વ ખાસ ધ્યાન આપવું અને તેની નોંધ કરવી. જે તે સ્થાનમાં ઊગતા વનરૂપતિસમૂહ (Association) સંબંધી પણ અવલોકન કરવું અને જે તે સમૂહમાં અમુક વનરૂપતિનું સ્થાન કેવું છે તે સંબંધી માહિતી નોંધવાનો પણ ખ્યાલ રાખવો. જે તે સમૂહમાં કઈ વનરૂપતિ આગળ પડતી દેખાય છે તેની પણ નોંધ લેવી. આ રીતે અભ્યાસ કરવાથી પરિસ્થિતિ-વિજ્ઞાન (ઓકોશાસ્ટ્ર—Ecology) વિષયક માહિતી મળી શકે છે.

માણુજાતને માટે વનરૂપતિઓ આર્થિક રીતે પણ ભારે અગત્યની છે. ગસોડામાં ગળેલી ચીજો જોવાથી આ વાતનો સાંગે ખ્યાલ આવી શકે. આ ઉપરાંત ઘરમાંની બીજી ચીજો (ઘ.ત. ફર્નિચર, કપડા વગેરે) પણ વનરૂપતિની ઉપયોગિતાનો ખ્યાલ આપશે. વનરૂપતિસૃષ્ટિમાંથી મેળવેલી ઘરમાંની ચીજોની યાદી બનાવો અને ફરેક વસ્તુ કઈ વનરૂપતિમાંથી મેળવાઈ છે, છોડનો

એ કયો ભાગ છે, એના ઉપયોગો શું થાય છે, એનું રાસાયણિક બંધારણ કેવું છે અને દુનિયાના કયા ભાગમાંથી એ એકઠી કરવામાં આવે છે, એ સંબંધી માહિતી એકઠી કરો. આ ઉપરાંત તમારા ગામ કે શહેરના શાકભજીરમાં જઈને અને ગાંધી અથવા હડીમની દુકાનમાંથી વનસ્પતિઓ અથવા વનસ્પતિજન્ય ઔષધો વગેરે મેળવો અને એમના સંબંધી વિસ્તૃત માહિતી એકઠી કરો. આટલું કરશો તો આર્થિક વનસ્પતિશાસ્ત્ર (Economic Botany)નું તમારું જ્ઞાન નોંધપાત્ર ગણાશે.

---

# પ્રાયોગિક

## પ્રયોગ ૧

**પ્રસરણ (Diffusion)**—એક કાચના પારદર્શક પ્યાલામાં પાણી ભરી એ પ્યાલાને કોઈ છેડે નહીં એવે સ્થળે એ સ્થિત રહે તેમ મૂકે. આ પાણીમાં આસ્તેશી મોન્યુથુ (Copper Sulphate) નો એક નાનો સરખો ગાગડો મૂકે. ગાગડો તળિયે જેસી જશે મોન્યુથુ પાણીમાં ઓગળવા માડતા ગાગડાની આલુખાલુતુ પાણી ભૂરુ થશે. ધીમે ધીમે ભૂરા રંગનાળા પાણીનો વિસ્તાર વધતો જશે. વખત જતા એ બધું પાણી એક સરખા ભૂગ રંગુ થઈ જશે જે પ્રક્રમ (process) થી મોન્યુથુ ના કણો પાણીમાં ફેલાયા તેને પ્રસરણ કહે છે. પ્રસરણના પ્રક્રમમાં પદાર્થના કણો જે સ્થળે ધનફળ એકમ દીક એ કણોની સખ્યા (ખાલુના લાગમાની એની સખ્યા કરતા) વધારે હોય ત્યાંથી ઓછી સખ્યાવાળા વિસ્તાર તરફ પ્રસરે છે.

## પ્રયોગ ૨

**રસાકષણ (Osmosis)**—પાણીમાં ખાડતું સાન્દ્રિત (concentrated) વિલયન બનાવે એક થીસન ગળણીના પહોળા ભાગ ઉપર (મોઢા ઉપર) પાર્થમેન્ટ કાગળ બાધે. આ કાગળ બાલુએથી પાણી અદર ન પ્રવેશે એવો સખત બાધવો ત્નેઈ એ પછી ગળણીના સાકડા નાળચાદારા અદર ખાડતું વિલયન દાખલ કરે. હવે એ ગળણીને જીંધી જ રાખીને પાણીના પ્યાલામાં (ખીકરમાં) મૂકે. ગળણીને ખીકરના તળિયાથી અદર રાખવા માટે સ્ટેન્ડ (થોડી) નો ઉપયોગ કરે. ગળણીમાં વિલયનની સખાટી ક્યા છે તેની નોધ કરી ત્યાં નિશાની કરે. થોડા જ વખતમાં જલ્યારો કે ગળણીમાંના પાણીની સખાટી જિંચી જવા માડે છે, જે બતાવે છે કે બહારથી પાણી અદર ગયું છે. પાણી પાર્થમેન્ટ પેપરની આરપાગ થઈ ગળણીમાં પ્રવેશ્યું છે. ત્વચા (membrane) દ્વારા થતા પ્રસરણને રસાકષણ (Osmosis) કહેવામાં આવે છે.

## પ્રયોગ ૩

**મૂલકાબ (Root pressure)**—ફૂડામાં ઉગાડેલા તદ્દુસ્ત છોડને

સારા પ્રમાણમાં પાણી આપી આર્દ્ર વાતાવરણમાં રાખો. વાતાવરણ જોડે છોડનું બરાબર સમતોલન સધાયા પછી માટીની સપાટી નજીક છોડના પ્રકાંડ (દાંડી)ને તીરછો કાપ મૂકી છોડનો ઉપલો લાગ જુદો કરો. કપાયેલા નીચલા છેડા (દૂંડા સાથે રહેલા છેડા)ને ભીનો રાખી રજરની નળીથી કાચની નળી સાથે જોડો અને એ નળીને સ્ટેન્ડ વતી જોડી રાખો અને એ નળીમાં થોડું પાણી ઉમેરી ઉપર તેલનું એક ટીપું નાખો. તેલ ઉમેરવાનો હેતુ બાષ્પીભવનથી થતો જલક્ષય અટકાવવાનો છે. જળશોષક કાચની નળીમાંના પાણીની સપાટી ધીમે ધીમે ઊંચી જાય છે. આમ થવાનું કારણ મૂલદાન છે. અમુક પરિસ્થિતિમાં આ કારણે પાણી ૨૦-૩૦ ફૂટ ઊંચું ચઢી શકે છે.

### પ્રયોગ ૪

ઉત્સવેદન (Transpiration)ને કારણે થતું પાણીનું ચૂસણ : એકાદ છોડની પાંદડાંવાળી ડાળખીને પાણીમાં રાખીને કાપો આની રીતે કાપવાનો હેતુ કાપમાં થઈને પ્રકાંડમાં હવા ભરાઈ ન જાય એ છે. પ્રકાંડ બરાબર આવી રહે એવા વ્યાસવાળી આશરે ૨ ફૂટ લાંબી કાચની નળીમાં પાણી ભરી કાણાવાળા બૂચમાં થઈને અથવા રજરની નળીથી ડાળીને કાચની નળી સાથે જોડો. સાધા આગળથી પાણી નીકળી નહીં જાય તે માટે જરૂર પડે તો પ્લાસ્ટિક ઓફ પેરિસનો ઉપયોગ કરો. કાચની નળીને બીજી છેડા પાસેથી ભરેલા વાસણમાં મૂકો, એમ કરવામાં નળીમાં હવા ભરાઈ નહીં જાય તે ખાસ જુઓ. એ પછી કાચની નળીને ડાળી સાથે સ્ટેન્ડની મદદથી જોડી રાખો. થોડી વાર પછી કાચની નળીમાં પાણી ઊંચી ચઢતો દેખાશે. ઉત્સવેદનથી પાણી ડાળીમાંથી ખેંચાવાથી ઉપર ચઢે છે અને તેમ થવાથી પાણી નળીમાં જાય ચઢે છે.

### પ્રયોગ ૫

ઉત્સવેદન (Transpiration)—દૂંડામાં ઉગારેલો નાના કદનો એક છોડ લઈને તેના ઉપર કાચની હાંડી ઢાંકો. દૂંડામાંની માટીમાંથી બાષ્પીભવન થઈને પાણી જીડી નહીં જાય તેમ કરવા માટે એ માટી ઉપર પ્લાસ્ટિક અથવા મીણુ કાપડ ઢાંકો. થોડો વખત વીત્યા પછી જળશોષક દાંડીના અંદરના ભાગ ઉપર જલગિંદુઓ બાઝેલાં છે. છોડમાંથી ઉત્સવેદન-પ્રક્રમથી બાષ્પરૂપે પાણી બહાર નીકળ્યું અને તે હાંડી ઉપર દરવાથી તેનાં ટીપાં બંધાયાં.



કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ( $\text{CO}_2$ ) રન્ધ્રો (Stomata) દ્વારા પર્ણમાં પ્રવેશે છે.—કૂડામાં ઊગાડેલા છોડને ૨૪ કલાક સુધી અંધારામાં રાખો. આમ કરવાથી પર્ણમાં સંગ્રહિત થયેલો સ્ટાર્ચ વપરાઈ જશે અથવા એનું બીજું સંયોજનમાં રૂપાંતર થશે. આ છોડના પર્ણનો નાનો ટુકડો લઈ આયોડિન-પરીક્ષણ (Test) થી ખાતરી કરો કે પર્ણમાં સ્ટાર્ચ નથી. એ પછી એ છોડના એક પર્ણના અમુક ચોક્કસ ભાગ ઉપર વેસેલિન લગાડી તે ભાગનાં રન્ધ્રો પૂરી દો, અને છોડને પ્રકાશમાં રાખો. થોડા વખત પછી એ પર્ણને આયોડિન-પરીક્ષણથી તપાસતાં દેખાશે કે જે ભાગમાં વેસેલાઈન લગાડેલું હતું તે ભાગ સિવાયના ભાગોમાં પર્ણમાં સ્ટાર્ચ બનેલો છે. વેસેલાઈન લગાડેલા ભાગમાં રન્ધ્રો પુરાઈ જવાથી વાતાવરણમાંથી કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પર્ણમાં પ્રવેશી શક્યો નહોતો એટલે તે ભાગમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થઈને સ્ટાર્ચ બનવાની ક્રિયા થઈ નહિ.

### પ્રયોગ ૭

પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમ માટે પ્રકાશ આવશ્યક છે :—પ્રયોગ ૬માં બતાવ્યું છે તે પ્રમાણેનો સ્ટાર્ચ જેનાં પર્ણમાં નહિ હોય એવો છોડ લો અને એક પર્ણનો થોડો ભાગ અપારદર્શક પટ્ટીથી ઢાંકી દો. પટ્ટી થોડા ભાગમાં કાપી નાખી ગમે તે આકૃતિ બનાવેલી હોય એવી પટ્ટી આ કામ માટે લો. એ પછી છોડને પ્રકાશમાં રાખો. થોડા વખત પછી એ પર્ણને આયોડિન-પરીક્ષણ વડે તપાસતાં દેખાશે કે આકૃતિ સિવાયના પટ્ટી નીચેના ભાગમાં સ્ટાર્ચ બન્યો નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે પટ્ટી અપારદર્શક હોવાથી એની નીચેના પર્ણના ભાગને પ્રકાશ મળી શક્યો નહિ એટલે તે ભાગમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ (Photosynthesis) થયું નહિ.

### પ્રયોગ ૮

પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન ઓક્સીજન (પ્રાણવાયુ  $\text{O}_2$ ) નીકળે છે :—પાણીમાં ઊગતા ઇલોડીઆ (Elodea) જેવા તાજા છોડ લો અને તેમને કાચના પાણી ભરેલા વાસણ કે પ્યાલામાં રાખો. આ છોડો ઉપર જીંધી કાચની ગળણી મૂકો. ગળણી પાણીમાં રૂબે એટલું પાણી હોવું જોઈએ. એ પછી કાચની કસનળી (Test tube) માં પાણી ભરી એને

જાવી કરીને ગળણીના નાળચા ઉપર મૂકો. હવે આખા ઉપકરણ (Apparatus)ને પ્રકાશમાં મૂકો. થોડા જ વખતમાં હોડવાઓના કપાયલા હોડાઓમાંથી વાયુના પરપોટાઓ નીકળતા દેખાશે અને તે કસનળીમાં ભેગા થશે. નળીમાંના વાયુનું પરીક્ષણ કરતાં માલુમ પડશે કે એ વાયુ ઓક્સીજન છે.

### પ્રયોગ ૯

**પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કાર્બન ડાયોક્સાઈડ ( $\text{CO}_2$ ) ની આવશ્યકતા છે.**—લાંબાં અને સાંકડાં પર્ણવાળા છોડમાં પર્ણોમાં સ્ટાર્ચ નથી એની ખાતરી કરી (જુઓ પ્રયોગ ૬) એક પહોળા મોંની શીશી લઈ તેના બૂચના બે બિંદા ટૂંકડા કરી એ બંને વચ્ચે છોડના એક પર્ણને એવી રીતે મૂકી બૂચ મારો કે પર્ણનો થોડો ભાગ શીશીની અંદર રહે અને બાકીનો ભાગ બૂચમાં અને બહાર રહે. શીશીમાં ક્લોરિડ ક્ષાર (KOH) નું વિલયન (Solution) એટલું રાખો કે પર્ણને એ વિલયન અડકે નહિ. બૂચમાંથી હવા શીશીમાં પ્રવેશે નહિ તેની ઠાળછ રાખો. હવે પર્ણને શીશી સાથે પ્રકાશમાં રાખો. થોડા વખત પછી આ શીશીમાં રાખેલા પર્ણને આયોડિન-પરીક્ષણથી તપાસનાં એનો જે ભાગ શીશીમાં રખાયેલો હતો તે ભાગમાં સ્ટાર્ચ દેખાશે નહિ પરંતુ એ પર્ણના બહારના ભાગમાં સ્ટાર્ચ જણાશે. શીશીમાંની હવામાં રહેલો  $\text{CO}_2$  KOHના વિલયનમાં શોષાઈ જાય છે અને બહારની હવા શીશીમાં આવી શકતી નથી. આમ થવાથી શીશીમાંના પર્ણના ભાગમાં  $\text{CO}_2$  મળ્યો નહિ એટલે પ્રકાશસંશ્લેષણથી સ્ટાર્ચ બન્યો નહિ.

### પ્રયોગ ૧૦

**અંકુરણ પામતાં બીજોને ઓક્સીજનની જરૂર પડે છે.**—એક નળા(સીલિંડર)માં અંકુરણ પામતાં થોડાં બીજ મૂકી નળાને સીલ કરી દો. દશ-બાર કલાક પછી નળાને ઉઘાડી તેમાં સળગતી મીણુળતી દાખલ કરશો તો તે ઓલવાઈ જશે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે નળામાંની હવામાંનો ઓક્સીજન બીજોના શ્વસનમાં વપરાઈ ગયો.

### પ્રયોગ ૧૧

**શ્વસનપ્રક્રમ દરમિયાન  $\text{CO}_2$  બને છે.**—એક પહોળા મોંની શીશીમાં અંકુરણ પામતાં થોડાં બીજ મૂકો અને તેઓ ડૂબી જાય એટલું પાણી ઉમેરો. બૂચ મારફતે શીશીમાં એક થીસલ ગળણીનું નાળયું દાખલ કરો અને

તેનો નીચલો છેડા પાણીમાં ડૂબે એમ રાખો. જૂથમાં થઈને એક બીજી કાચની વક્ર નળા એવી રીતે રાખો કે એનો શીશીમાંનો છેડા પાણીની સપાટીથી સારો જોવા લીધે રહે અને બીજા છેડાને 'ચૂનાનું' નીતકું' પાણી ભરેલા નળામાં ડૂબાડો. આ રીતની ગોઠવણી થોડી વાર રહેવા દીધા પછી મળણી માગ્નૃત શીશીમાં પાણી ઉમેરશો તો શીશીમાંની હવા વક્ર નળામાં થઈને ચૂનાના પાણીમાં જશે જે દૂધિયું થવા માંડશે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે બીજાં નળા શીશીમાં બીજાના શ્વસનને કારણે નીકળેલો વાયુ  $CO_2$  એકઠો થાય છે. શીશીમાં પાણી ઉમેરતાં અંદરની હવા ઉપર દબાવું અવતાં  $CO_2$  વાળી હવા ચૂનાના પાણીમાં જવાથી તેમાં કેલ્શયમ કાર્બોનેટ ( $CaCO_3$ ) બનવાથી પાણી દૂધિયો રંગ ધારણ કરે છે.

### પ્રયોગ ૧૨

**ભૂકેન્દ્રાનુવર્તન (Geotropism):**—થોડા બાલપાદપો (Seedlings) ઉગાડો. એમાંથી સીધી ઘાંડી (Stem) અને મૂળ (Root) ધરાવતા પાદપો પસંદ કરો અને તેમને લાકડાનો બાંધ વહેર ભરેલા કાચના ચોકડામાં એવી રીતે મૂકો કે આ છેડે કાચમાંથી બહાર દેખાય. કેટલાક છેડાને આડા મૂકો, કેટલાકને જિલા (સીધા) અને થોડા આડાઅવળા ગમે તે સ્થિતિમાં. આ પેટી અથવા ચોકડાને એકબે દિવસ માટે અંધકારમાં રાખો અને પછી પેલા બાલપાદપોને તપાસો. જણાશે કે જધા છેડામાં પ્રેરોહાત્ર (Stem tips) જિમે અને મૂલાત્રો (Root tips) જર પડે તો વળીને પથ નીચે ગયા હશે. આમ થવાનું કારણ વૃદ્ધિ (Growth) ઉપર પડતો પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણનો પ્રભાવ છે. પ્રેરોહ (Stem) ભૂકેન્દ્રથી દૂર જાય છે જ્યારે મૂલાત્ર ભૂકેન્દ્ર તરફ. આ ભૂકેન્દ્રાનુવર્તન (Geotropism)નું ઉદાહરણ છે.

### પ્રયોગ ૧૩

**પ્રકાશાનુવર્તન (Phototropism):**—સર્થ કે વાલના બાલપાદપ (Seedling)ને પ્રયોગ ૧૨માં વર્ણવ્યા પ્રમાણેના કાચના બોખામાં લીના વહેરમાં ઢિગાડો. અને પ્રકાશની રચના એવી કરો કે પ્રકાશ છેડાને એક તરફથી જ મળે. બેત્રણ દિવસ પછી છેડાને તપાસશો તો જણાશે કે પ્રેરોહાત્ર પ્રકાશની દિશા તરફ વળેલું હશે અને મૂલાત્ર એથી વિરુદ્ધ દિશામાં. આમ થવાનું કારણ વૃદ્ધિ ઉપર થતી પ્રકાશની અસર છે. આ પ્રકાશાનુવર્તનનું ઉદાહરણ છે.

## અનુક્રમણિકા

પ્રકરણ	પૃષ્ઠ
૧ વિષયપ્રવેશ	૧-૩
૨ જાડ અને ચેતન	૪-૬
૩ જીવદ્રવ્ય	૭-૯
૪ ક્રીડ	૧૦-૧૬
૫ વનસ્પતિ અને પ્રાણી	૧૭-૨૦
૬ સપુષ્પ વનસ્પતિ અને વનસ્પતિઓના મુખ્ય વર્ગો	૨૧-૨૮
૭ મૂળ	૨૯-૩૬
૮ પ્રકાંડ	૪૦-૫૦
૯ પર્ણ	૫૧-૭૦
૧૦ પુષ્પ	૭૧-૮૨
૧૧ ફલ અને બીજ	૮૩-૯૭
૧૨ પુનરુત્પાદન (જનન)	૯૮-૧૦૩
૧૩ વનસ્પતિ શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન	૧૦૪-૧૨૬
૧૪ વનસ્પતિની ઉપયોગિતા	૧૨૭-૧૫૬
૧૫ ઉદ્દવિકાસ	૧૫૭-૧૬૨

## સુદ્ધિપત્ર

પૃષ્ઠ	અસુધ	સુધ
૧૨૭	પ્રકરણ ૧૯	પ્રકરણ ૧૪
૧૫૭	પ્રકરણ ૨૦	પ્રકરણ ૧૫

## પ્રકરણ ૧

### વિષયપ્રવેશ

આપણી પૃથ્વી એ ધ્વજાંડનો એટલો નાનો ભાગ છે કે એનો ખરેખર ખ્યાલ આવવો મુશ્કેલ છે. કેટલાક આંકડાઓ આપીને જ સંતોષ માનવો રહ્યો. જેને આપણે આકાશગંગાના નામે ઓળખીએ છીએ તે નિહારિકામાં આશરે ૩૦ અબજ તારાઓ છે. એ તારાઓમાંનો એક તે આપણો સૂર્ય. એની નજીકમાં નજીકના તારા અને સૂર્ય વચ્ચે એટલું લાંબું અંતર છે કે એ અંતર કાપતાં પ્રકાશકિરણોને આપણાં ૪ વર્ષથી પણ થોડો વધારે સમય લાગે. પ્રકાશકિરણોની ગતિ એક સેકન્ડમાં લગભગ ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલ અથવા ૩,૦૦,૦૦૦ કિલોમીટર જેટલી છે એ હકીકત ધ્યાનમાં લેવાથી નિહારિકાના કદનો આંદોષાનગો ખ્યાલ આવશે. ધ્વજાંડમાં આવી અનેક નિહારિકાઓ છે. પૃથ્વી આમ લાલે ધ્વજાંડનો અતિ અગ્નિ ભાગ હોય, પરંતુ આપણે પૃથ્વીવાસીઓ માટે તો એ ધ્વજાંડનો સૌથી મહત્વનો પ્રદેશ છે.

જીવનના અથવા જીવન (life) નો ઉદ્ભવ કેવી રીતે થયો એ કદાચ ક્યારે પણ જાણી શકાશે નહીં પરંતુ કેટલાક પ્રયોગો ઉપરથી એ પ્રકરનો ખ્યાલ આવી શકે છે. જીવનનો જે ભૌતિક પાત્રો (Material basis of life) છે તે જીવદ્રવ્ય (Protoplasm) ની રચના માટે આવશ્યક એવા બધા જ ગસાયણિક પદાર્થો સમુદ્રમાં કરોડો વર્ષ ઉપર પણ હતા અને સમુદ્રમાં જ જીવદ્રવ્યનો ઉદ્ભવ થયો. જીવદ્રવ્યનું ગસાયણિક બંધારણ જોતાં એ મહદંશે પાણીનું બનેલું છે. આ કારણે પર્યાવરણ (environment) માંથી પાણીનું શોષણ (absorption) થઈ શકે અને એમ છતાં એમાંથી થતા પાણીના બાષ્પીભવન ઉપર નિયંત્રણ મૂકે અને પ્રાણવાયુ (oxygen) હવામાંથી સીધો મેળવી શકે એવી તંત્રગચના (mechanism) વિકસ્યું નહીં ત્યાં સુધી જીવસૃષ્ટિ પાણી પૂરતી જ મર્યાદિત રહી. આપું તંત્ર વિકસ્યા પછી જ સ્થળ (ભૂમિ, Land) ઉપર જીવપિંડો (organisms, જીવો) નું આગમન થઈ શક્યું.

ચેતનના સ્વરૂપને સમજવા માટે જડ (lifeless objects, inanimate world) અને ચેતન વચ્ચેના તફાવત સમજવાની જરૂર છે. એ બે વચ્ચેના મૂળભૂત તફાવતોમાં મુખ્ય આ છે :

(૧) વૃદ્ધિ (growth), (૨) ચયાપચય (metabolism), (૩) જનન (reproduction) અને (૪) ઉત્તેજનશીલતા (સંવેદનશીલતા, irritability). ચેતનમાં આ બધાં લક્ષણો છે; જડમાં નથી. આમાંનું કોઈ પણ એક લક્ષણ (જે જડમાં પણ મળવાનો સંભવ છે) હોવાથી, કોઈ વસ્તુ જીવિત ગણાતી નથી; જીવિત પિંડોમાં આ બધા ગુણધર્મો એકસાથે હોય છે.

આપણી આજુબાજુની જીવસૃષ્ટિ તરફ નજર નાખતાં મનુષ્યો, કૃતરાં, બિલાડાં, ઘોડા-ગધેડાં, ઉદર, સાપ, વીંછી, ફાડી-મકોડી, પક્ષીઓ, જીવજંતુ-માછલી વગેરે પ્રાણીઓ (animals) અને વડ, પીપળો, આમલી, શુભાળ, જીવાર, બાજરી, ઘઉં, મગ વગેરે વનસ્પતિઓ (plants) તરત ધ્યાનમાં આવે છે. આ બધાં જ જીવો તરીકે વૃદ્ધિ, ચયાપચય, જનન અને સંવેદનશીલતા એ લક્ષણો ધરાવે છે. એમને પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ તરીકે સહેલાઈથી જુદાં પાડી શકાય છે; પરંતુ એમ કરવાનું જેમને જીવશાસ્ત્ર (biology)માં ઉચ્ચ શ્રેણીના જીવો (higher forms of life) ગણવામાં આવે છે એમના સંબંધમાં જ શક્ય છે. ઉપર આપેલાં ઉદાહરણો આવા ઉચ્ચ શ્રેણીના જીવોનાં છે. જીવસૃષ્ટિમાં નાનીમોટી અપુષ્પ વનસ્પતિઓ અને ફીટાણુ અથવા બેક્ટીરિયા (bacteria) જેવી સૂક્ષ્મ વનસ્પતિઓ અને સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓનો પણ સમાવેશ થાય છે. નીચી શ્રેણીઓ (lower forms of life)નો અભ્યાસ કરતાં એવા જીવો મળે છે કે એમને પ્રાણી કહેવા કે વનસ્પતિ એ ચોક્કસ રીતે એકમતે નક્કી થઈ શક્યું નથી. આ પુસ્તકમાં ઉચ્ચશ્રેણીની વનસ્પતિઓ ઉપર જ ભાર મૂકવામાં આવ્યો છે.

જીવસૃષ્ટિની શરૂઆતમાં સફળ નીવડેલા જીવો ક્લોરોફીલયુક્ત (હરિતદ્રવ્ય chlorophyll ધરાવતા) હતા. હાલની હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ પણ ક્લોરોફીલયુક્ત છે. ક્લોરોફીલથી પ્રકાશસંશ્લેષણ (photosynthesis)ના પ્રક્રમથી પોષણદ્રવ્યો (ખોરાક, food) બનાવી શકાય છે. આ રીતે હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ જીવસૃષ્ટિના પ્રાથમિક ઉત્પાદકો (primary producers)

છે અને બધાં પ્રાણીઓ અને હરિતદ્રવ્ય વિનાની કૂચ જેવી વનસ્પતિઓ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ ઉપર સીધી કે આડકતરી રીતે અવલંબે છે. આવા જીવો જીવસૃષ્ટિના વિનિયોજકો (consumers) છે.

જમીન ઉપર થતી વનસ્પતિઓ (ખાસ કરીને સપુષ્પ વનસ્પતિઓ) કું માણસજાતને માટે આર્થિક મહત્ત્વ લાવે છે. એ વનસ્પતિઓ આપણને ખેરાક, કપડાં, ઔષધો અને બીજી અનેક પ્રકારની ઔદ્યોગિક અગત્યની સામગ્રી પૂરી પાડે છે.

વનસ્પતિ સંબંધી અભ્યાસ જીવશાસ્ત્ર (Biology) ની જે વિદ્યા-શાખામાં થાય છે તેને વનસ્પતિવિજ્ઞાન (Botany) કહે છે. સૂક્ષ્મદર્શક-યંત્રની શોધ થયા પછી અને બીજી વિદ્યાશાખાઓમાં થતી પ્રગતિની સાથે સાથે જીવશાસ્ત્રીય સંશોધનમાં લાગે પ્રગતિ સધાઈ છે અને નવી નવી ઉપશાખાઓ વિકસતી રહી છે. -વનસ્પતિશાસ્ત્રની મુખ્ય ઉપશાખાઓમાં આકૃતિ-વિજ્ઞાન અથવા આકારિકી (Morphology) શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન (physiology), વનસ્પતિ વર્ગવિજ્ઞાન (વર્ગીકરણ વનસ્પતિ વિજ્ઞાન, Systematic Botany), વર્ગીકરણ નિયમ (Taxonomy), પરિસ્થિતિવિજ્ઞાન (ઇકોશાસ્ત્ર, Ecology) અને વનસ્પતિ ભૂગોળ (Plant Geography) નો સમાવેશ થાય છે. આકારિકી અથવા મોર્ફોલોજીમાં કોશિકાવિજ્ઞાન (Cytology), શરીર અથવા અંગરચના (Anatomy), કોષિકાવિજ્ઞાન અથવા કોષિકા (Histology), જૂણવિજ્ઞાન (Embryology) વગેરે ધણી શાખાઓ સ્વતંત્ર બની છે.

વનસ્પતિઓ મનુષ્ય જાત માટે આર્થિક મહત્ત્વની છે એ રીતે અને વનસ્પતિશાસ્ત્રનો અભ્યાસ વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિબિંદુ (Scientific outlook) કેળવવામાં ધણો સહાયક થાય એવો છે એ જોતાં વનસ્પતિશાસ્ત્રને કોઈ પણ અભ્યાસક્રમમાં સ્થાન આપવું ઉચિત લાગે છે.

## પ્રકરણ ૨

### જડ અને ચેતન

જગતમાં જે અસંખ્ય વસ્તુઓ આપણે જોઈએ છીએ તેમને સામાન્ય રીતે બે વર્ગમાં વહેંચી શકાય : સજીવ અને નિર્જીવ અથવા ચેતન અને જડ (Living and Non-living). જીવજંતુસહિત પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ સજીવ વર્ગમાં આવે જ્યારે પાણી, પથ્થર, ધાતુઓ, મીઠું વગેરે નિર્જીવ વર્ગનાં ઉદાહરણો છે. જીવશાસ્ત્ર (Biology, જીવવિજ્ઞાન) માં સજીવ વસ્તુઓનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે.



### આકૃતિ ૧

કૂતરો સજીવ છે; ખડક નિર્જીવ છે, (સજીવ અને નિર્જીવ વચ્ચેના તફાવતોની ચર્ચા અન્યત્ર વિગતવાર કરી છે.)

કોઈ વસ્તુ વિશે આપણને પૂછવામાં આવે કે એ સજીવ છે કે નિર્જીવ તો એનો જવાબ આપવાનું મુશ્કેલ આપણને લાગતું નથી. ઘણી વાર તો આપણને એમ પણ થાય છે કે પૂછનારે આમાં પૂછ્યું શું? પરંતુ જો કોઈ પૂછે કે સજીવ કયા ગુણધર્મોથી નિર્જીવથી ભિન્ન છે તો જવાબ આપવાનું સહેલું નથી. ઘણા ગુણધર્મો ધ્યાનમાં લઈએ તો એમ કહી શકાય કે અમુક ગુણધર્મોવાળી વસ્તુ સજીવ વર્ગમાં આવે. આ ગુણધર્મસમૂહમાં મુખ્ય આટલા છે :



(૧) વૃદ્ધિ અને વિકાસ, (૨) ચયાપચય, (૩) જનન અને (૪) ઉત્તેજનશીલતા. આ ગુણધર્મો વિગતવાર તપાસીએ.

(૧) વૃદ્ધિ અને વિકાસ (Growth and Development) :— પોતાનાથી ભિન્ન પ્રકારના પદાર્થોનો ઉપયોગ કરીને સજીવ વસ્તુઓ વધે છે. આપણે અન્ન, શાકભાજી, દૂધ વગેરે ખોરાક લઈએ છીએ તેમાંથી શરીરમાં હાડ, માંસ, મજ્જા વગેરે તૈયાર થાય છે. વનસ્પતિઓ પણ પર્યાવરણમાંથી ખનિજ દ્રવ્યો, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પાણી લઈને અથવા બીજા જીવોમાંથી તૈયાર ખોરાક લઈને વૃદ્ધિ પામે છે. નિર્જીવ પદાર્થો આ રીતે વૃદ્ધિ પામતા નથી. સ્ફટિક (crystal) ની વૃદ્ધિ થતી દેખાય છે પણ તે પ્રક્રમમાં માધ્યમમાંથી સ્ફટિકકેદ જે પદાર્થનો બનેલો છે તે જ પદાર્થના અણુઓ (Molecules) સ્ફટિક સપાટી ઉપર ઉમેરાવાથી સ્ફટિકકદ વધે છે. જીવોની વૃદ્ધિ માટે ચયાપચય (Metabolism) નામે ઓળખાતો પ્રક્રમ-સમૂહ જવાબદાર છે. વૃદ્ધિ ઉપગંત જીવદેહમાં વિકાસ (Development) થતો દેખાય છે. બીજામાંથી અંકુરણ થઈને નવો હોડ થાય છે અને છેવટે એના ઉપર નવા બીજ તૈયાર થાય છે તે દરમિયાન વૃદ્ધિ અને વિકાસ એ બંને પ્રક્રમો જોઈ શકાય છે.

(૨) ચયાપચય (ચય, Anabolism+અપચય, Catabolism = ચયાપચય, Metabolism) :—આમાં જીવિત શરીરમાં ચાલતી સર્જનાત્મક ક્રિયાઓ (ચય) અને વિધટનાત્મક ક્રિયાઓ (અપચય)નો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રક્રમો સંજોગથી વિગતવાર ચર્ચા પછી કરીશું. આ પ્રક્રમોમાં પોષણ (Nutrition) અને મલોત્સર્ગ (Excretion) નો સમાવેશ થાય છે. જીવનક્રિયા માટે જોઈતી શક્તિ શ્વસન (Respiration) પ્રક્રમ દ્વારા શર્કરા જેવા પદાર્થોનું વિઘટન થઈ તેમાં ગંદાઈ રહેલી શક્તિ છૂટી પડવાથી મળે છે. મળે તો આ શક્તિ પ્રકાશસંશ્લેષણ (Photosynthesis) ના પ્રક્રમ દ્વારા સૂર્યપ્રકાશમાંથી આવેલી.

(૩) ઉત્તેજનશીલતા અથવા સંવેદનશીલતા (Irritability-આવેગશીલતા) :—જીવિત વસ્તુઓ પોતાના શરીરમાં થતી અભિક્રિયાઓ (Reactions) ને કારણે અથવા બાહ્ય જગતમાં થતા કેન્દ્રકારોને કારણે ઉદ્બલવતા ઉત્તેજકો (Stimuli; એકપચન, Stimulus) તરફ સંવેદનશીલ (Sensitive) છે અને ઉત્તેજનશીલતાના ગુણધર્મને કારણે ઉત્તેજના

( Stimulation ) અનુલવી પ્રત્યાઘાત રૂપે એમના શરીરમાં જે અનુકૂલને અથવા સમાયોજન ( Adaptation ) રૂપે ફેરફાર થાય તેને જીવ પ્રત્યાઘાત ( Response ) કહી શકાય. ગરમ વસ્તુને આંગળી લાગતાં છોકરું આંગળી એચી લે છે અથવા કૂતરા સામે આવવાનું ધરતાં કૂતરો પૃછડી પટપટાવે છે તે આ શુશુધર્મ જતાવતાં ઉદાહરણો છે. વનસ્પતિઓ પણ સંવેદનશીલ છે પરંતુ વનસ્પતિઓમાં થતું હલનચલન ( Movement ) પ્રાણીઓના હલનચલન જેટલું દેખીતું નથી.

( ૪ ) જનન ( Reproduction ) :—જનન એટલે જે પ્રક્રમથી છવિત વસ્તુઓ પોતાના જેવા જ શુશુધર્મોવાળી નવી છવિત વસ્તુઓ ઉત્પન્ન કરે છે તે. આ પ્રક્રમના મૂળમાં તો મૂળભૂત છવિત પદાર્થ ( છવદ્ય ) ની જડ પદાર્થોમાંથી પોતાના જેવો જ નવો છવિત પદાર્થ લાવવાની શક્તિ રહેલી છે. વૃદ્ધિના મૂળમાં પણ આ જ શક્તિ છે.

છવિત અને નિર્જીવ વસ્તુઓ વચ્ચે મૂળભૂત ભેદો ઉપર વર્ણવ્યા તે છે. આ ભેદોને કારણે બીજા પણ ભેદો નજરમાં આવે છે જેમાંના કેટલાક અહીં વર્ણવ્યા છે.

( ૫ ) આકાર :—સામાન્ય રીતે છવિત વસ્તુનો મુકરર આકાર હોય છે પરંતુ જડ પદાર્થોને આવો સ્પષ્ટ અને મુકરર આકાર નથી. નીચી શ્રેણીના કેટલાક છવો અને સ્ફટિકોમાં આના અપવાદો મળશે.

( ૬ ) જડ પદાર્થો ધાતુખરું ધારવાળા કે અણીવાળા હોય છે જ્યારે છવિત વસ્તુઓના છેડા ગોળાઈવાળા હોય છે.

( ૭ ) જડ પદાર્થોને મૃત્યુ જેવું કંઈ હોતું નથી જ્યારે છવિત વસ્તુઓનું વિશિષ્ટ સંયોજન તૃપ્તતાં તેઓનો “ અંત ” આવે છે અથવા તેઓ “ મૃત્યુ ” પામે છે.

વાઈરસ ( વિપાણુ. Virus ) એવા પદાર્થો છે જે જડ પદાર્થોની જેમ સ્ફટિકમય અવસ્થામાં મળી શકે છે અને કેટલાક છવિત દેહોમાં પ્રવેશ પામતાં વાઈરસો એ દેહોમાં એવા ફેરફાર કરી શકે છે કે જેને કારણે વાઈરસની વૃદ્ધિ થાય છે, આમ વાઈરસો જડ અને ચેનન એ જાને વર્ગો જેડે ધોડું ધોડું સામ્ય ધરાવે છે.

## જીવદ્રવ્ય (Protoplasm)

વનસ્પતિ કે પ્રાણી-શરીરનું રાસાયણિક પૃથક્કરણ (Analysis) કરતાં માત્રમ પડે છે કે જાનેના બંધારણમાં સરખા પ્રકારનાં રાસાયણિક સંયોજનો છે; આ સંયોજનોમાં મુખ્ય પ્રોટીન, કાર્બોહિડ્રેટ અને ખનિજ લવણો વગેરે છે. આ જોતાં બધી જ જીવિત વસ્તુઓ—વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ—માં જીવનાધાર તરીકે એક જ પ્રકારનું તંત્ર હોય એવું લાગે છે. આ તંત્રરૂપી પદાર્થ માટે યુરોપીય ભાષાઓમાં પ્રોટોપ્લાઝમ (Protoplasm) શબ્દ યોજાયો છે. આપણી ભાષામાં એને માટે જીવદ્રવ્ય અથવા સચેતનદ્રવ્ય એવો શબ્દ યોજી શકાય. પ્રોટોપ્લાઝમના પર્યાય તરીકે સૂચવાયેલા બીજા શબ્દોમાં જીવરસ અને પ્રાકેસનો સમાવેશ થાય છે.

આ જીવદ્રવ્યના ગુણધર્મોનો આધાર એકલા એમાં રહેલાં સંયોજનોના ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મો ઉપર નથી પરંતુ એ બધા પદાર્થોનું એકબીજા સાથે કેવી રીતે યોજન થયેલું છે એના ઉપર છે. આ દૃષ્ટિએ જીવદ્રવ્યને ધડિયાળ અથવા એવા બીજા ધંત્ર સાથે સરખાવી શકાય. ધડિયાળ અનેક ચક્રો, કમાનો અને ઉચ્ચાલકો (Levers) નું બનેલું હોય છે; પરંતુ ધડિયાળને ધડિયાળ કહેવા માટે આ બધા ભાગો અમુક નિશ્ચિત રીતે એક બીજા સાથે જોડાયેલા હોવા જોઈએ; આ બધા ભાગોને છૂટા પાડીને એમના ઢગલાને આપણે ધડિયાળ કહી શકીએ નહિ, તે જ પ્રમાણે જીવદ્રવ્યના ઘટકોને છૂટા પાડી એમનું ભૌતિક કે રાસાયણિક પૃથક્કરણ કરવાથી એના બંધારણનો ખરો ખ્યાલ આવી શકે નહિ. આમ છતાં જીવદ્રવ્યની યોજનાબદ્ધ (organised) રચના સમજવા માટે એના ઘટકોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજવાનું આવશ્યક છે.

**જીવદ્રવ્યના ભૌતિક ગુણધર્મો :—**આ દ્રવ્ય કોલોઈડલ (Colloidal, કલિલ) અવસ્થાવાળું, દાણાદાર (granular) અને અર્ધપારદર્શક દેખાય છે. કોલોઈડલ સ્થિતિ એ પદાર્થના કણોના કદ ઉપર નિર્ભર એવી ભૌતિક અવસ્થા છે. જેને રાસાયણિક રીતે વિલયન (dissolution, Solution)

કદેવાય એમાં જે તે પદાર્થના કણોનું કદ હોય છે તેના કરતાં કોલોઈડલ સ્થિતિમાં કદ સહેજ મોટું હોય છે, પણ તે એટલું મોટું નથી હોતું કે કણો વિભાજક (દ્રાવક, solvent) માં નીચે બેસી જાય. આવી કોલોઈડલ સ્થિતિમાં પદાર્થને વિશિષ્ટ પ્રકારના ગુણધર્મો પ્રાપ્ત થાય છે અને આ ગુણધર્મો શરીરક્રિયાવિષયક (physiological) અભિક્રિયાઓ (reactions) માં પણ મહત્વના હોય છે. કોલોઈડલ કણોનો વ્યાસ (diameter) એક મિલિમીટરના દસ લાખમા લાગથી માંડીને દસ કરોડમા ભાગ જેટલો હોય છે.

**જીવદ્રવ્યના રાસાયણિક ગુણધર્મો :—**જીવદ્રવ્યમાં વજનને હિસાબે ૭૦ થી ૯૦ ટકા પાણી હોય છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં તે પાણીનું પ્રમાણ આથી પણ વધારે હોય છે.

જીવનદ્રવ્યના ઘટક તરીકે મળતાં સંયોજનોમાં પ્રોટીન (Protein) મુખ્ય છે. शुष्ક વજન (dry weight) ને હિસાબે જીવદ્રવ્યમાં લગભગ ૫૦ ટકા પ્રોટીન હોય છે. પ્રોટીનો કાર્બન (C), હાઇડ્રોજન (H), ઓક્સીજન અથવા પ્રાણુવાયુ (O) અને નાઈટ્રોજન (N) એટલા મૂળતત્ત્વો હંમેશાં ધરાવે છે. વધારામાં ધણી વાર સલ્ફર (S) અને ફોસ્ફરસ (P) પણ હોય છે. પ્રોટીનોના અણુઓ (molecules), અનેક પરમાણુ (atoms)ના બનેલા હોવાથી પણ મોટા હોય છે અને એમનું અણુ વજન (molecular weight) પણ મોટું હોય છે. જેમને આપણે જીવિત વસ્તુઓના ખાસ ગુણધર્મો કહીએ છીએ તેમનો આધાર આ પ્રોટીન દ્વ્યો ઉપર છે. આ રીતે પ્રોટીનને આપણે જીવનનો ભૌતિક પાયો (Physical basis of life) ગણી શકીએ.

પ્રોટીન પછી જીવદ્રવ્યમાંનાં અગત્યનાં સંયોજનોમાં કાર્બોહાઇડ્રેટો (Carbohydrates, શર્કરા એટલે કે ખાંડને મળતા પદાર્થો) અને તેલી પદાર્થો (fats, સ્નિગ્ધ દ્રવ્યો) આવે, शुष्ક વજનને હિસાબે આ દરેકનો ફાળો લગભગ ૧૨ ટકા જેટલો હોય છે. કાર્બોહાઇડ્રેટો કાર્બન, હાઇડ્રોજન અને ઓક્સીજનનાં સંયોજનો છે. તેલવર્ગનાં દ્રવ્યો પણ આ જ ત્રણ મૂળતત્ત્વોનાં બનેલાં છે પરંતુ તેઓમાં કાર્બોહાઇડ્રેટોની સરખામણીમાં ઓક્સીજનનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે, અને સામાન્ય રીતે કાર્બનના પરમાણુઓ દરેક અણુમાં બેકી (even) સંખ્યામાં હોય છે.

પ્રોટીન, કાર્બોહાઇડ્રેટ અને ફેટ ઉપરાંત જીવદ્રવ્યમાં પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો મળે છે, તેમ જ બીજા અનેક પ્રકારનાં કાર્બોનિક સંયોજનો હોય છે.

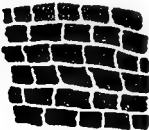
જીવદ્રવ્ય એ કોઈ એક નિશ્ચિત સંયોજનનું નામ નથી પણ વર્ગીય નામ છે એટલે કે જુદા જુદા જીવો (organisms)માંનાં જીવદ્રવ્યો મૂળભૂત રીતે એકસરખા ગુણધર્મો ધરાવનાં હોવા છતાં એકબીજાથી ઘણી રીતે ભિન્ન હોય છે, અને આ ભિન્નતા એ જ જીવસૃષ્ટિમાં દેખાના વૈવિધ્યનો પાથો છે.

**જીવદ્રવ્યના શરીરક્રિયાવિપયક ગુણધર્મો :**—શરીરમાં જે પાચન, વર્ધન વગેરે વિધિનાશ્રમક અને સર્જનાશ્રમક (catabolic and anabolic or destructive and constructive) અભિક્રિયાઓ (અથવાપચય, metabolism) ચાલે છે તે જીવદ્રવ્યની જીવનક્રિયાઓ જ છે.

---

## કોષ (Cell)

સામાન્ય રીતે આપણને પરિચિત એવી વનસ્પતિ કે પ્રાણીનું શરીર ઘણા ભાગોનું બનેલું હોય છે. વનસ્પતિ શરીરમાં મૂળ, થડ, ડાળીઓ, પાન, ફૂલ, ફળ એમ ઘણા ભાગો હોય છે જ્યારે પ્રાણી શરીરમાં હાથ, પગ, માથું, આંખો, કાન, વગેરે ભાગો હોય છે. આવા ભાગોને સૂક્ષ્મદર્શકચક્રથી તપાસવામાં આવે તો જણાય છે કે એ બધા જ અતિ સૂક્ષ્મ અને મૂળભૂત રીતે રુરુપી રચનાવાળા એકમોના બનેલા હોય છે. આ એકમ કોષ (કોશિકા, કોશ, cell) નામે ઓળખાય છે. આ એકમની શોધ સર્વપ્રથમ રોબર્ટ હૂક નામના અંગ્રેજે ૧૭મી સદીમાં કરી હતી. લગભગ તે અરસામાં જ તૈયાર થયેલા સૂક્ષ્મદર્શકચક્ર વડે હૂકે વિવિધ પદાર્થો તપાસતો હતો. જૂય (Cork) ની પાતળી કાતળી તપાસતાં હૂકે જોયું કે તે કાતળી નાનાં નાનાં અનેક ચોકડાંઓની બનેલી હતી. મધપૂડાના પટ્ટાણી છિદ્રોના નામ ઉપરથી હૂકે આ ચોકડાંઓને “સેલ (Cell)” એવું નામ આપ્યું. સારાં સૂક્ષ્મદર્શકચક્રને અભાવે તે સમયના અભ્યાસકોણું ધ્યાન આ રીતે એ ચોકડાંઓની અંદરના દ્રવ્ય (જીવદ્રવ્ય, Protoplasm) ને જાહેર દીવાલ (કવચ, wall) તરફ દોરાયું. ખીજું કારણ એ પણ ખરું કે જૂય (cork) માં જીવદ્રવ્ય રહેલું હોતું જ નથી. પાછળથી જીવદ્રવ્યનું મહત્વ સમજાયું પણ વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યમાં “સેલ (cell)” શબ્દ રૂઢ થઈ ગયો.

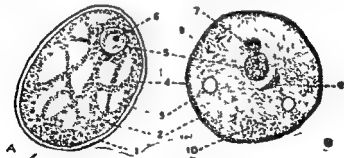


કોર્ક (જૂય, cork) નો છેદ (કાટ અથવા સેક્શન, section. રોબર્ટ હૂકે આ ખાનાંઓને “કોષો (cells)” એવું નામ આપ્યું.

પ્રાણી અથવા વનસ્પતિ શરીરનો એકમ કોષ (અથવા કોશિકા) છે એવા વાદનું પ્રતિપાદન દુત્રોશે (Dutrochet) નામના ફ્રેંચ અને શ્લાઈડન (Schleiden) અને શ્વાન (Schwann) નામના જર્મન વૈજ્ઞાનિકોએ ૧૯મી સદીમાં કર્યું. શુલ્ઝે (Schulze) ની વ્યાખ્યા પ્રમાણે “કેન્દ્રક, (Nucleus) ધરાવતો જીવદ્રવ્યનો એકમ તે કોષ”.

**કોષરચના, કદ અને આકાર :—**સ્થાન અને કાર્ય પ્રમાણે કોષોના આકારમાં વૈવિધ્ય દેખાય છે. કદમાં નાના અને મોટા કોષો વચ્ચે ઘણું અંતર હોઈ શકે. ઘ. ત., પક્ષીનું ઇંડું (જે એક કોષ છે) તે પક્ષીશરીરના ખીજા કોષો કરતાં લાખો ગણુ મોટું છે. જો કે મોટા લાગના કોષોનું કદ બહુ જ નાનું હોય છે અને તેમને સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વિના લાગ્યે જ જોઈ શકાય. વનસ્પતિકોષો મોટે ભાગે જુદે જુદાં મિલિમીટર વ્યાસના હોય છે. એ જોતાં એક પર્ણમાં લાખો કોષો હોઈ શકે તો પછી કોઈ પણ મોટા વૃક્ષના અંગમાં રહેલા કોષોની સંખ્યાની તો વાત જ શું ?

પ્રાણીકોષો અને વનસ્પતિકોષો વચ્ચેનો એકદમ નજરે પડે એવો તફાવત એ છે કે વનસ્પતિકોષોને કોષકવચ (cell wall, કોશિકા લિપ્તિ) હોય છે જે પ્રાણીકોષોમાં નથી હોતો. કોષકવચ એ કોષનો અંતર્ગત ભાગ નથી. કવચ જીવદ્રવ્યની અભિક્રિયાઓથી બનેલી જીવદ્રવ્યની બહારની વસ્તુ છે. કવચની



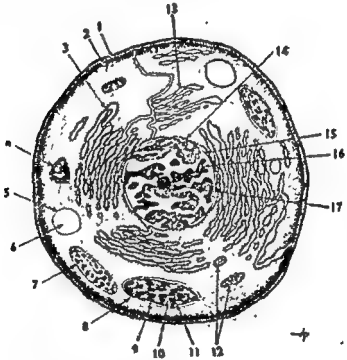
આકૃતિ ૩

કોષ. (A) વનસ્પતિ કોષ, (B) પ્રાણી કોષ, ) પ્રાણી કોષ

૧ કોષકવચ ૨ કોષગ્ગ અથવા કોષદ્રવ્ય ૩ રસધાની અથવા રિક્તિકા  
૪ કોષરસત્પત્ત ૫ કોષકેન્દ્રક ૬ કેન્દ્રિકા ૭ સેન્ટ્રોમીઝ ૮ ગોઠણ કાય  
૯ મીટોકોન્ડ્રિયા ૧૦ કોષામાંનાં નિર્જીવ અંતર્વેશ (inclusions)

અંદરનો જીવદ્રવ્ય એકમ (Protoplast) મુખ્યત્વે કરીને કોષદ્રવ્ય (cytoplasm), કેન્દ્ર (nucleus) અને કોષદ્રવ્ય ત્વચા (plasma membrane) નો બનેલો છે.

કોષદ્રવ્ય (cytoplasm, કોશિકાદ્રવ્ય) એ પારદર્શક કહેવાય એવો ભયો રસ છે. પુખ્ત કોષના કોષદ્રવ્યમાં (વનસ્પતિઓમાં સામાન્ય રીતે અને



આકૃતિ ૪

પ્રલેક્ટ્રોન સંજ્ઞાદર્શીથી વનસ્પતિ કોષની રચના કેવી દેખાય છે તેનો ખ્યાલ આપતો આરંભ.

૧ કોષકવચ ૨ કોષરસત્વચા ૩ કોષરસજાલ Endoplasmic Reticulum) ૪ લાયસોસોમ (Lysosome) ૫ ટોનોપ્લાસ્ટ ૬ રસધાની ૭ પ્લાસ્ટિડ ૮ હરિતકણ (૯ હરિતકણત્વચા ૧૦ સ્ટ્રોમા ૧૧ ગ્રાના) ૧૨ મીટોકોન્ડ્રિયા ૧૩ ગોલ્ડી કાય ૧૪ અને ૧૫ કેન્દ્રકત્વચા ૧૬ કોમોસોમ ૧૭ ક્રિસ્ટા.



પ્રાણીઓમાં લાગે જ) કોષદ્રવ્યથી વધારે પાતળા એવા રસની કોષણ જેવી રસધાનીઓ (Vacuoles) હોય છે. આ રસધાની અગર “વેક્યુઓલ”ની આલુખાલુ કોષદ્રવ્યની આંતરત્વચા (ટોનોપ્લાસ્ટ Tonoplast) હોય છે. રસધાનીમાં પાણીમાં ઓગળેલાં લવણો અને ઓગળેલાં અગર વ્યાસત (dispersed) થયેલાં બીજાં રાસાયણિક દ્રવ્યો હોય છે.

કેન્દ્રક (Nucleus) એ કોષનો બહુ જ અગત્યનો ભાગ છે. એ સામાન્ય રીતે ઝાળાકાર હોય છે અને એમાં રહેલા ક્રોમેટીન (Chromatin) નામના પદાર્થને લીધે અમુક રાસાયણિક ઉપચાર પછી ઘેરા રંગ ધારણ કરે છે. કેન્દ્રકનો વ્યાસ સામાન્ય રીતે ૧૦ થી ૧૫ માઈક્રોન (૫ અથવા Micron = ૧૦૦૦ મિલિમીટર એટલે કે એક મીટરનો દસ લાખમો ભાગ) હોય છે. કેન્દ્રકની આલુખાલુ કેન્દ્રકત્વચા (Nuclear membrane) હોય છે. કેન્દ્રક પાતળા કેન્દ્રકરસ (Nuclear Sap) અને ક્રોમેટીન બળનો બનેલો છે. જ્યારે કેન્દ્રકનું કોષદૃઢિ અર્થે અથવા ઝનનકોષ નિર્માણ વખતે વિલાળન થાય છે ત્યારે ક્રોમેટીન બલનું સ્વરૂપ બદલાય છે, અને એમાંથી દોન જેવા ક્રોમોસોમો, (chromosome રંગસૂત્ર, છનસૂત્ર, ગુચુસૂત્ર) બને છે. જાતિ (species) પ્રમાણે કેન્દ્રકમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા નિશ્ચિત હોય છે. આ ઉપરાંત એક કે વધારે કેન્દ્રિકાઓ (કેન્દ્રિકા Nucleolus; બ. વ. Nucleoli) હોય છે.

કોષરસત્વચા (Plasma Membrane) એ કોષરસનો જ ભાગ છે અને છવદ્રવ્ય એકમ (Protoplast)ની એ બહારની ત્વચારૂપ સપાટી છે. રસધાની (vacuole)ની આલુખાલુ જે ત્વચા હોય છે તે કોષરસનો જ ભાગ છે અને તેને કોષરસ આંતરત્વચા (Tonoplast) કહે છે.

કોષરસની અંતર્વસ્તુઓ (Inclusions)માં પોષક પદાર્થો અને ખનિજ પદાર્થોના સ્ફટિકો જેવી નિર્જીવ વસ્તુઓ અને પ્લાસ્ટિડ (Plastid) અને મીટોકોન્ડ્રિયા (Mitochondria) જેવા છવદ્રવ્યના જ મૂળભૂત અંગોનો સમાવેશ થાય છે.

પ્લાસ્ટિડ અથવા દ્રવ્યકણો વનસ્પતિકોષોનાં મહત્વના અંગો છે. એમના રંગ ઉપરાંથી એમને લુદાં લુદાં નામ આપવામાં આવેલાં છે. લીલા રંગના પ્લાસ્ટિડ તે ક્લોરોપ્લાસ્ટ (હન્ટિકપ્લ, Chloroplast) લીલા

રંગ સિવાયના રંગવાળા પ્લાસ્ટિડને ક્રોમોપ્લાસ્ટ (Chromoplast, રંગકણ) અને રંગ વગરના પ્લાસ્ટિક લ્યુકોપ્લાસ્ટ (Leucoplast, શ્વેતકણ) કહેવાય છે. પોષણ અંગેની ક્રિયાઓમાં પ્લાસ્ટિડો મહત્વનો ભાગ ભજવે છે. ઉચિતકણો પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમ માટે આવશ્યક છે.

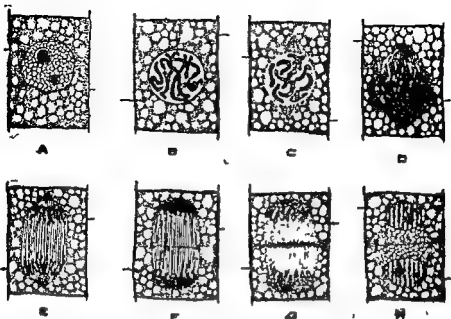
૪૬ અર્ધ કોપવિભાજન બે રીતે થાય છે :

૧ સમવિભાજન અથવા સૂત્રવિભાજન (Mitosis) :—પહેલાં ક્રોમેટીન બળતુ ક્રોમોસોમોમાં રૂપાંતર થાય છે અને જાતિ પ્રમાણે અમુક સંખ્યામાં ક્રોમોસોમો બને છે. આ ક્રોમોસોમોના સળંગ લંબાઈએ (lengthwise) બે ભાગ થાય છે અને કેન્દ્રમાં ક્રોમોસોમોનાં બે જૂથો ધ્રુવો (Poles) ઉપર જંધાય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે દરેક ક્રોમોસોમમાંથી બનેલા બે અર્ધો એક ધ્રુવ પર જતા નથી પણ લુદે લુદે ધ્રુવે પહોંચે છે. એ પછી બે જૂથો વચ્ચે કોપકવચ તૈયાર થાય છે અને આ રીતે બે નવા કોષો બને છે જેઓમાં ક્રોમોસોમસંખ્યા મૂળ કોષ જેટલી જ હોય છે, અને એમ દરેક કોષમાં જાતિ માટેની લાક્ષણિક ક્રોમોસોમસંખ્યા સચવાઈ રહે છે.

૨ સરળ વિભાજન અથવા અસૂત્રવિભાજન (Amitosis) :—આ રીતમાં કોષકેન્દ્રના ભાગ પડતી વખતે ક્રોમેટીન બલમાંથી ક્રોમોસોમ બનતા નથી પણ કેન્દ્રમાં આકૃંચન (constriction) થઈ કેન્દ્રના બે ભાગ પડી જાય છે, અને પછી એ બે ભાગો વચ્ચે કોપકવચ રચાઈ બે નવા કોષો તૈયાર થાય છે.

આ બે રીતે કોપસંખ્યા વધી વૃદ્ધિ થાય છે.

જનનકોષ (Gamete, sexual cell) ખાસ પ્રકારની કોપવિભાજન ક્રિયાથી તૈયાર થાય છે. આ ક્રિયાને અર્ધીકરણ કે મ્યુનીકરણ (Meiosis) કહે છે. લિંગી અથવા જાતીય (sexual) પદ્ધતિનું જનન જે સજીવોમાં થાય છે તેમાં સામાન્ય રીતે માતા અને પિતાનો એક એક જનનકોષ એકબીજા સાથે સંયોગ પામવાથી ફલિતકોષ (zygote) તૈયાર થાય છે જેની વૃદ્ધિ થઈને નવી પેઢી નીપજે છે. જૂની પેઢી અને નવી પેઢીના સજીવોના કોષોમાં ક્રોમોસોમની સંખ્યા એક જ (સરખી) હોય છે. આ કેવી રીતે બને છે? જો માતા અને પિતા એ બંનેમાંથી એક એક કોષ ફલિતકોષના જંધારણમાં



આકૃતિ ૫

## સૂત્રવિભાજન (mitosis)

- A વિભાજન ક્રિયા નહિ ચાલતી હોય તે સમયનો કેન્દ્રકનો દેખાવ.
- B ક્રોમેટીન ગાદું બને છે અને એમાંથી છૂટા છૂટા ક્રોમોસોમો બને છે :
- C કેન્દ્રકીય ત્વચા દેખાતી બંધ થાય છે અને તકુન્-તવુઓ દેખાવા માંડે છે.
- D તારક અવસ્થા Aster stage કોષની મધ્ય રેખા (Equator) અનુસાર ક્રોમોસોમો ગોઠવાય છે અને તેમનું અનુલંબ (longitudinal) વિભાજન થાય છે.
- E કોષના દરેક ધ્રુવ (Pole) તરફ દરેક ક્રોમોસોમનું એક અર્ધ ખેંચાય છે અને એ રીતે દરેક ધ્રુવ આગળ મૂળ ક્રોમોસોમમાંના દરેકનો અર્ધ આવે છે; આ દરેક અર્ધ મૂળ ક્રોમોસોમ જેવો જ બને છે અને એ રીતે દરેક ધ્રુવ આગળ મૂળ હતા તેટલા જ અને તેવો જ ક્રોમોસોમોનો સમુદ્ધ એકઠો થાય છે.
- F દ્વિતારક (Diaster) અવસ્થા.
- G ક્રોમોસોમોમાંથી કેન્દ્રકીય જલ તૈયાર થાય છે.
- H કોષપટ્ટિકા (cell plate) બનીને મુળ કોષમાંથી બે કોષો બને છે.

આવતો હોય તો ફલિત કોષમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા માતા કે પિતાના શરીરના કોષોની ક્રોમોસોમ સંખ્યાથી જમણી નહીં બને ? આમ થતું નથી તેનું કારણ એ છે કે જનનકોષ સામાન્ય કોષમાંથી અર્ધીકરણ (meiosis) ની ક્રિયાથી બને છે. આ પ્રથમ દરમિયાન માતા કે પિતાના સામાન્ય કોષમાંના ક્રોમોસોમો (જે ઉમેશમાં બેજા સંખ્યામાં હોય છે) બે-બેનાં જોડામાં (pairs) માં જોડવાઈ જાય છે અને દરેક વિભાજન એ રીતે થાય છે કે દરેક જોડકામાંથી એક એક ક્રોમોસોમ જુદા જુદા ધ્રુવ (pole) તરફ જાય છે. આમ બે ધ્રુવો આગળ ક્રોમોસોમોનાં બે જૂથો બંધાય છે અને દરેક જૂથમાં મૂળ કોષમાંની ક્રોમોસોમ સંખ્યાથી અર્ધી સંખ્યાના ક્રોમોસોમ હોય છે. બે જૂથો વચ્ચે કોષકવચ બનવાથી મૂળ કોષનું બે નવા કોષોમાં વિભાજન થાય છે. આ કોષોનું ફરી સૂત્રવિભાજન જેવી રીતે વિભાજન થઈ જનનકોષો (gametes) તયાર થાય છે. આમ દરેક જનનકોષમાંની ક્રોમોસોમની સંખ્યા મૂળ કોષની એવી સંખ્યાથી અર્ધી હોય છે. આવા બે જનનકોષોના સંયોગથી ફલિતકોષ (zygote) બને છે. ફલિતકોષમાં સમવિભાજનથી કોષસંખ્યા વધી વૃદ્ધિ થાય છે અને વૃદ્ધિ અને વિકસના પ્રક્રિયાને કારણે નવી પેઢી અસ્તિત્વમાં આવે છે. નવી પેઢીમાંના કોષોમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા માતા કે પિતાના કોષોમાંની ક્રોમોસોમ સંખ્યા જેટલી જ હેમ રહે છે તે હવે સમજાઈ ઉશે. આ રીતે પેઢી દર પેઢી દરેક જાતિ (species) નાં શરીરમાંના કોષકેન્દ્રોમાં ક્રોમોસોમની સંખ્યા નિશ્ચિત રીતે જળવાઈ રહે છે.

## વનસ્પતિ અને પ્રાણી

વનસ્પતિ અને પ્રાણી એ બંને જીવિત છે એટલે આગલાં પ્રકરણોમાં જીવિતોના જે ગુણધર્મો ગણાવ્યા તે બંને પ્રકારના જીવોમાં મળશે. ઉદ્ભવિકાસ (ઉત્ક્રાન્તિ, Evolution) થઈને મૂળભૂત જીવિતદ્રવ્ય (જલદ્રવ્ય, Proto-plasm) માંથી વનસ્પતિ અને પ્રાણી એવા ભેદ એટલા ધીમે ધીમે વિકસ્યા છે કે એ બંને સમૂહો વચ્ચે નિરપેક્ષ (નિર્વિકલ્પ, absolute) ભેદ જણાવવાનું અધરું છે. આ વાત જેમ ઉદ્ભવિકાસ ક્રમનાં નીચલાં પગથિયાંઓ તરફ જઈએ છીએ તેમ વધારે સમજાય છે, પરંતુ ઉદ્ભવિકારાની જિંદગી કક્ષાએ પહોંચેલાં (એટલે કે ઉચ્ચ શ્રેણીનાં અથવા ઉચ્ચતર) પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ વચ્ચેના ભેદો સ્પષ્ટ છે. આ બે સમૂહો વચ્ચેના સ્પષ્ટ દેખાતા ભેદો તપાસીએ.

**સ્થાનાંતરગમન (Locomotion).** મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે પોતાની જાતે જઈ શકે છે. લીલા રંગની (હરિતવર્ણી) વનસ્પતિઓની જેમ પ્રાણીઓ પોતાને જોઈતો ખોરાક કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પ્રાણી તેમજ ખનિજ લવણો જેવા સાદા પદાર્થોમાંથી તૈયાર કરી શકતા નથી એટલે ખોરાકની શોધમાં તેમને (પ્રાણીઓને) એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે જવું પડે છે.

વનસ્પતિસૃષ્ટિમાં સ્થાનાંતરગમન કરવાની શક્તિ અનિચ્છન્ન એવી હીન દ્રાટિની (નિમ્નદ્રાટિની અથવા Lower) વનસ્પતિઓ સિવાય દેખાતી નથી. કેટલાંક બેક્ટીરિયા, વોલ્વોક્સ (Volvox) જેવી હીનદ્રાટિ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ (જેઓ આલ્ગાઓ, Algae છે), અને તેમના કેટલાક પ્રકારના સ્પોરો (દા. ત. ઝૂસ્પોર, Zoospores) આવી શક્તિ ધરાવે છે. પોષણ માટે જોઈતી સામગ્રી—હવા, લવણો, પ્રાણી અને પ્રકાશ—વનસ્પતિઓને તેઓ જ્યાં જીવે છે ત્યાં મોટે ભાગે મેળા રહે છે.

**શાખાવિન્યાસ (Branching).** પ્રાણીઓને સ્થાનાંતરગમન માટે અનુકૂળ થઈ પડે એવું અમુક ઓક્સ કદનું સુગંધિત શરીર હોય છે જ્યારે વનસ્પતિઓને (ખાસ કરીને ઉચ્ચતર જનિઓમાં) પોતાનો લાક્ષણિક શાખાવિન્યાસ હોય છે. અનેક શાખા ઉપશાખાઓને લીધે હવા, પાણી અને જમીનના સંસર્ગમાં આવતી વનસ્પતિઓની સપાટી (surface)નો વિસ્તાર વધે છે જે એમના પોષણ માટે ફાયદાકારક છે.

પ્રાણીઓમાં પરવાળાં (corals) જેની નીચી દૃક્ષાની જનિઓમાં શાખાવિન્યાસ હોય છે.

**કોષરચના (Nature of cells).** વનસ્પતિ અને પ્રાણીશરીર એ બંનેની રચનામાં એકમ તરીકે કોષ (cell) છે પરંતુ બંને પ્રકારના કોષો વચ્ચે ઘોઘો તફાવત છે. સામાન્ય રીતે વનસ્પતિકોષ કવચ (કોષકવચ, cell-wall)થી રક્ષાયેલો હોય છે. આ કવચ કોષને દઢતા (rigidity) બક્ષે છે. પ્રાણીકોષમાં ભાગ્યે જ આવું કોષકવચ હોય છે. વનસ્પતિ કોષકવચ સેલ્યુલોઝ નામના પદાર્થનું બનેલું હોય છે જ્યારે પ્રાણીકોષકવચ હોય છે ત્યારે તે ચીટીન જેવા પદાર્થનું બનેલું હોય છે. કોષકવચ નહિ હોવાને કારણે પ્રાણીશરીરનું હલનચલન વધારે સરળ રીતે થઈ શકે છે.

આ ઉપરાંત વનસ્પતિકોષોમાં પ્લાસ્ટિડ (द्रव्यकणો plastids) હોય છે જે પ્રાણીકોષમાં હોનાં નથી. વળી વનસ્પતિકોષોમાં સંઘનિત પોષક દ્રવ્ય તરીકે સ્ટાર્ચ મળે છે તો પ્રાણીકોષમાં એનું સ્થાન ગ્લાયકોજન નામના કાર્બોહાઇડ્રેટ લીધેલું હોય છે.

**પોષણ (Nutrition).** વનસ્પતિઓનો લીલો રંગ વનસ્પતિ-કોષોમાંના લીલા દ્રવ્યકણો (હરિતકણો, Chloroplasts)માં રહેલા પર્ણહરિત અથવા હરિતદ્રવ્ય (chlorophyll, ક્લોરોફીલ) નામના પદાર્થને કારણે હોય છે. આ હરિતદ્રવ્યની મદદથી હરિતવર્ણુ વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશશક્તિ અને કાર્બનડાયોક્સાઇડ ( $CO_2$ ) અને પાણી ( $H_2O$ ) જેવા સાદાં રાસાયણિક દ્રવ્યોમાંથી શર્કરા જેવા સંકીર્ણ (જટિલ, અટપટી રચનાવાળા, complex) પદાર્થોનું સંશ્લેષણ (synthesis) થઈ શકે છે. આમ હરિતવર્ણુ વનસ્પતિઓ પોતાનો ખોરાક પોતે જ બનાવી શકે છે (એટલે કે તેઓ સ્વપોષિત અથવા autotrophic હોય છે). પ્રાણીઓ આ રીતે

પોતે પોતાનો ખોરાક બનાવી શકતાં નથી પરંતુ ખોરાક માટે તેઓ હરિત-વનસ્પતિઓ ઉપર અવલંબે છે (એટલે કે તેઓ પરપોષિત અથવા **heterotrophic** છે). માંસાહારી પ્રાણીઓ પણ આખરે તો વનસ્પતિ ઉપર નભતાં પ્રાણીઓ ઉપર જ ખોરાક માટે આધાર રાખે છે.

**વૃદ્ધિ (Growth).** પ્રાણીઓમાં વનસ્પતિઓની જેમ અપરિમિત વૃદ્ધિ નથી. અમુક નિશ્ચિત કદે પહોંચતાં પ્રાણીઓમાં વૃદ્ધિ અટકી જાય છે ત્યારે વનસ્પતિઓમાં અનુકૂળ સંજોગો હોય તો સામાન્ય રીતે વૃદ્ધિ ચાલુ રહે છે (આ વાત ખાસ કરીને બહુવર્ષીય વનસ્પતિઓને લાગુ પડે છે). પ્રાણીઓમાં ધોવનકાળમાં જ વૃદ્ધિ વધારે પ્રમાણમાં થતી હોય છે એ જોતાં વનસ્પતિઓ ચિરયૌવન ભોગવે છે એમ કહી શકાય.

પ્રાણીઓનું શરીર વૃદ્ધિકાળ દરમિયાન આખું વધે છે (શરીરના બધા જ ભાગોમાં વૃદ્ધિ થાય છે) જ્યારે શરૂઆતનો કાળ બાદ કરતાં વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિસ્થાન પ્રકાન્ડ (stem) અને શાખાઓના અગ્રભાગો (apex એ. વ. apices બ. વ.)માં મર્યાદિત હોય છે. વળી ઉચ્ચતર પ્રાણીજાતિઓમાં શરીરના મુખ્ય અવયવો નાશ પામે કે કપાઈ જાય તો નવા જીગતા નથી જ્યારે વનસ્પતિઓમાં આવા ભાગોનું પુનઃસર્જન (પુનરુદ્ધલવન regeneration) થઈ શકે છે.

પ્રાણીઓ અને વૃક્ષોની આયુર્મર્યાદા સાથે આ દૃષ્ટીકોણે મોટો સંબંધ છે. પ્રાણીઓ વનસ્પતિઓની સરખામણીમાં અપૂર્ણ હોય છે જ્યારે વનસ્પતિઓમાં સંજોગો અનુકૂળ હોય તો આયુર્મર્યાદા જેવું કંઈ હોય નથી. એટલે કે એમની વૃદ્ધિ અપરિમિત રીતે ચાલી જવન ટકી રહે છે. કેલિફોર્નિયામાં જીમતાં સીકોઈઆ નામનાં વૃક્ષોમાં ૪,૦૦૦ વર્ષનાં વૃક્ષો નોંધાયેલાં છે. વૃક્ષોની ઉમરનો ખ્યાલ થડ (trunk)ના આક્રોશ (cross section)માં દેખાતા વૃદ્ધિવલયો (Growth rings) ગણવાથી આવી શકે છે.

અમર્યાદિત વૃદ્ધિને કારણે વનસ્પતિઓની જિંદગી પ્રાણીઓને મુકાળે ધણી વધે છે.

**આકાર (Form)** પ્રાણીશરીરનો આકાર વનસ્પતિશરીરની સરખામણીમાં વધારે નિશ્ચિત છે. શરીરનાં મુખ્ય અંગોની ગ્યના અને સંખ્યા પણ પ્રાણીઓમાં નિશ્ચિત હોય છે; વનસ્પતિની બાજનામાં આવું નથી.

ઉચ્ચતર વનસ્પતિ અને પ્રાણીજનિઓ વચ્ચેના તફાવતો ટૂંકમાં નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

ઉચ્ચતર વનસ્પતિઓ	ઉચ્ચતર પ્રાણીઓ
૧ મૂળ વડે જમીનમાં ચોટકી હોય છે.	૧ સ્થળાંતર કરી શકે છે.
૨ મોટા ભાગની જનિઓમાં હરિતદ્રવ્ય હોય છે જેને લીધે એ વનસ્પતિઓ જોરાકની જાળનામાં સ્વયોપિત હોય છે.	૨ હરિતવર્ણ વનસ્પતિઓ ઉપર જોરાક માટે અવલંબે છે એટલે કે તેઓ પરપોષિત હોય છે.
૩ કોષકવચ હોય છે.	૩ કોષકવચ હોતું નથી.
૪ દ્રવ્યકણો (પ્લાસ્ટિડ) હોય છે.	૪ આવા કણો હોતા નથી.
૫ કોષોમાં મેન્ટ્રોસોમ મળ્યા નથી.	૫ મેન્ટ્રોસોમ હોય છે.
૬ શ્રમવિભાજન (Division of labour) પ્રાણીશરીરને મુકાબલે વનસ્પતિઅંગમાં જોછા પ્રમાણમાં છે.	૬ પ્રાણીશરીરમાં શ્રમવિભાજન સારા પ્રમાણમાં વિકસેલું છે.
૭ કદમાં વધારો કરતી વૃદ્ધિ અચોક્કસપણે ચાલ્યા કરે છે.	૭ જીવનકાળ દરમિયાન કદમાં અનિશ્ચિત પ્રમાણમાં વધારો થયા કરતો નથી.
૮ વૃદ્ધિપ્રતિમાન (Growth Pattern) પ્રાણીઓમાં છે તેટલું નિશ્ચિત સ્વરૂપનું નથી.	૮ વૃદ્ધિપ્રતિમાન નિશ્ચિત સ્વરૂપનું હોય છે.



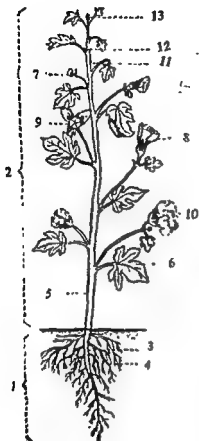
## સપુષ્પ વનસ્પતિ

જીવમુદ્રિમાં ભારે વૈવિધ્ય છે. રચના, અંગવિકાસ વગેરે ધ્યાનમાં લેતાં વનસ્પતિમાં લાખો જાતો જોવામાં આવી છે. આવી અનેક જાતો હોવા છતાં એમ જોવામાં આવ્યું છે કે અંગરચનાની દૃષ્ટિએ આ બધી જાતો બહુ ઘોડા વર્ગોમાં વહેંચી શકાય છે. આમ હોવાથી આ વનસ્પતિઓનો અભ્યાસ કરવાનું કામ સરળ બન્યું છે. પ્રથમ કક્ષાના વર્ગો વનસ્પતિમાં ફૂલ થાય છે કે નહિ એ મુદ્દા ઉપર રચાયેલા છે. વળી વનસ્પતિને જેણે શાસ્ત્રીય અભ્યાસ કર્યો નથી એવો માણસ સામાન્ય રીતે કદમાં મોટી અને સપુષ્પ એવી વનસ્પતિઓથી જ પરિચિત હોય છે. આ જાતો વનસ્પતિનું વર્ગીકરણ કયી રીતે કરવામાં આવ્યું છે તેની વિગતવાર ચર્ચામાં જિતરીએ તે પહેલાં સપુષ્પ વર્ગની લાક્ષણિક એવી એક બે જાતોને તપાસીએ. એ પછી વર્ગીકરણ સમગ્રનું વધારે મરજ થઈ પડશે. કપાસ, આંબો, મકાઈ વગેરે સપુષ્પ વર્ગમાં આવે છે.

આવી વનસ્પતિના છોડને જમીનમાંથી ઉખેડી તપાસીએ તો જણાશે કે એના અંગના બે સ્વરૂપ લાગ પડે છે : (૧) જમીનની અંદરનો ભાગ. આ મૂળ (Root) અથવા મૂલ છે. (૨) જમીનની બહારનો ભાગ—જેમાં મુખ્ય ઘાંડી (પ્રકાંડ) અને તેની શાખાઓ, પાન, (અને મોટા છોડમાં ફળ અને ફૂલ)નો સમાવેશ થાય છે. આ શાખા ભાગને પ્રરોહ (Shoot) કહેવામાં આવે છે. આમ મૂલ અને પ્રરોહ (Root and Shoot)એ છોડના બે મુખ્ય ભાગો થતા.

મૂળને તપાસતા તો માલુમ પડશે કે એની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ મૂળ જેવી જ છે. મૂળથી છોડ જમીનમાં ગોંટી રહે છે, અને મૂળ મારફત જ છોડને જમીનમાંથી પાણી અને ઘણાં ખસ ખનિજ પોષકદ્રવ્યો મળે છે.

પ્રરોહ (Shoot)ને તપાસતા જણાશે કે મુખ્ય ઘાંડી (Main Stem, Main Axis, અક્ષ) અને તેના જેવી તેની શાખાઓ ઉપરાંત તેમનાથી જુદાં પડતાં પાન, ફૂલ, ફળ વગેરે બાજો પ્રરોહમાં હોય છે. ઉપરાંત પ્રરોહ જમીનથી ઉગે અને પ્રકાશ તરફ વધતું રહેવાય છે. પાન પ્રકાંડ (Stem)



કપાસનો છોડ

- ૧ મૂલતંત્ર
- ૨ પ્રસેદતંત્ર
- ૩ પ્રાથમિક મૂલ
- ૪ દ્વિતીયિક મૂલ
- ૫ પ્રકાંડ
- ૬ પર્ણ
- ૭ પુષ્પકલિકા (મુકુલ)
- ૮ પુષ્પ
- ૯ ફલ
- ૧૦ પક્વ ફલ
- ૧૧ કક્ષ
- ૧૨ કક્ષીય મુકુલ
- ૧૩ અંતિમ (અંતસ્થ) મુકુલ.

આકૃતિ ૬

ઉપર લાગેલાં હોય છે અને પાન અને પ્રકાંડ વચ્ચેનાં જાંબુને કક્ષ અથવા પત્રોક્ષણ (Axil) કહેવામાં આવે છે. કક્ષમાં સામાન્ય રીતે કક્ષકલિકા (Axillary bud) હોય છે.

પાન સામાન્ય રીતે લીલા રંગનાં હોય છે અને તેમનું મુખ્ય કાર્ય પ્રકાશ (સામાન્ય રીતે સૂર્યપ્રકાશ) શક્તિનું રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતર કરવાનું હોય છે.

ફલમાંથી ફળ થાય છે અને ફળમાં બીજ થાય છે. આ બીજમાંથી જ તે જાતનો નવો છોડ ઊગે છે. આ રીતે સપુષ્પ વનસ્પતિનું જીવનચક્ર ચાલે છે.



આકૃતિ ૭

મકાઈની છોડ

નીચલા પર્ણોની કક્ષામાં દોડા (Ears)  
 દેખાય છે પુષ્પમંજરી (Male  
 Inflorescence) અંતર્ય છે,

## વનસ્પતિ મૃદિ

વનસ્પતિ મૃદિમાં ભારે વિવિધતા છે. વડે જ નેઈ શકાય એવા જવાણુ (૧૦૦-૧૫૦ મીટર જેટલાં વૃક્ષો આ મૃદિમાં જીવ, ફળ વગેરે અંગોનો વિકાસ વગેરે ધણી રીતે જુદો પડે છે. જુદો જુદો વનસ્પતિની જાતો (Species) નોંધાઈ એમનો અભ્યાસ કરવાનું સુખમ થતે છે.

જીવનચક્રમાં વનસ્પતિને ફલ આવે છે. એના સપુષ્પ (Phanerogams) એ (Cryptogams) એટલે કે ફલ વગરનું આવ્યા છે. ફલમાંથી ઉમેશમાં બીયતાં દોવાથી અથવા બીજધારી (Spermatophyte) રીતે અપુષ્પ વનસ્પતિઓને અબીજ કહી અપુષ્પ વનસ્પતિઓને સપુષ્પ વનસ્પતિઓ કહેવાય છે. (એટલે કે અપુષ્પ વનસ્પતિઓ સમનાય છે).



અપુષ્પ વર્ગની વનસ્પતિઓને એમની અંગ પ્રમાણે ત્રણ વિભાગોમાં વહેંચી નાખવામાં આવી છે.

(૧) નિરવયવી (Thallophyta) (Bacteria) આ વર્ગમાં આવે છે. એક અથવા વનસ્પતિશરીર હોય છે, અને શરીરના મૂળ, પ્રકાંઠ વિદ્યુત્ત્યાં નથી. આ કારણે એ વર્ગને નિરવયવી (નમ આપવામાં આવ્યું છે (આકૃતિ ૮, ૯).

## વનસ્પતિ સૃષ્ટિના મુખ્ય વર્ગો

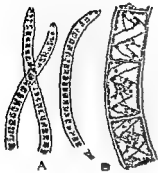
વનસ્પતિ સૃષ્ટિમાં ભારે વિવિધતા જોવામાં આવે છે. મુક્તમદર્શક યંત્ર પડે જ રોઈ શકાય એવા જીવાણુ (જેક્ટીરિયા Bacteria) થી માંડીને ૧૦૦-૧૫૦ મીટર ઊંચાં વૃક્ષો આ સૃષ્ટિમાં છે. તે ઉપરાંત અંગરચના, ફૂલ, ખીજ, ફળ વગેરે અંગોનો વિકાસ વગેરે ગાળતોમાં વનસ્પતિઓ એકબીજાથી ઘણી રીતે જુદી પડે છે. જુદી જુદી જાતની લગભગ ૩ લાખ ઉપરાંત વનસ્પતિની જાતો (Species) નોંધાઈ છે. આ જાતોનું વર્ગીકરણ કરવાથી એમનો અભ્યાસ કરવાનું સુગમ ગમે છે.

જીવનચક્રમાં વનસ્પતિને ફૂલ આવે છે કે નહિ એ મુદ્દા ઉપર વનસ્પતિ-ઓના સપુષ્પ (Phanerogams) એટલે કે ફૂલવાળી અને અપુષ્પ (Cryptogams) એટલે કે ફૂલ વગરની એવા મુખ્ય બે વર્ગો પાડવામાં આવ્યા છે. ફૂલમાંથી ઉમેશાં ખી યતાં હોવાથી સપુષ્પ વનસ્પતિઓને સપ્ખીજ અથવા ખીજધારી (Spermatophytes) પણ કહેવામાં આવે છે, એ રીતે અપુષ્પ વનસ્પતિઓને અપ્ખીજ કહી શકાય. ઉત્ક્રાન્તિવાદ પ્રમાણે અપુષ્પ વનસ્પતિઓને સપુષ્પ વનસ્પતિઓથી નીચી કક્ષાની ગણવામાં આવે છે. (એટલે કે અપુષ્પ વનસ્પતિઓ સપુષ્પ પહેલાં ઉત્પત્ત થઈ એમ મનાય છે).

અપુષ્પ વર્ગની વનસ્પતિઓને એમની અંગરચનાની સરળતાની કક્ષા પ્રમાણે ત્રણ વિભાગોમાં વહેંચી નાખવામાં આવી છે :

(૧) નિરવયવી (Thallophyta) શેવાળ, ફૂગ, જીવાણુ (Bacteria) આ વર્ગમાં આવે છે. એક અથવા અનેક કોષોનું બનેલું વનસ્પતિશરીર હોય છે, અને શરીરના મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણ એવા અંગો વિકસ્યાં નથી. આ કારણે એ વર્ગને નિરવયવી (નિર્ + અવયવ ઉપરથી) નામ આપવામાં આવ્યું છે (આકૃતિ ૮, ૯).

પ્રકાશશક્તિની મદદથી પોષક પદાર્થો તૈયાર કરવાનું જોનાથી શક્ય બને છે એ હરિત દ્રવ્ય, પર્ણહરિત, નીલરસ અથવા Chlorophyllવાળા નિરવયવીઓ શેવાલવર્ગ (Algae)માં મુકાય છે. જ્યારે હરિત દ્રવ્ય વગરના નિરવયવીઓનો ફૂગ (Fungus) વર્ગમાં મુકવામાં આવ્યા છે, એમાંમાં



A



B

A નીલ-હરિત શેવાલ  
(Alga)

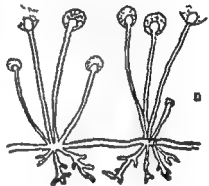
B સ્પાઈગેમાયન

C ફુગ

આકૃતિ ૮



આકૃતિ ૯



B

A બિનાડીનો ટોપ (Mushroom)

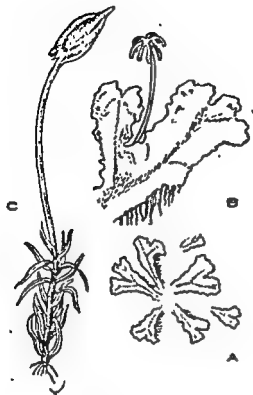
B ફૂગ (Mucor)

સક્રમશી વડે દેખી દેખાય છે તે.

આમશની વસ્તુઓ ઉપર ચઢતી ફૂગ, બિલાડીના ટોપ, જેનામાથી પેનિસિલીન બને છે તે પેનિસિલિયમ નામની ફૂગ વગેરે આ વર્ગની વનસ્પતિઓ છે

(૨) દ્વિઅંગી (અમૂલી અથવા Bryophyte) અપુષ્પ વર્ગની જે વનસ્પતિઓમા શરીરના પ્રકાંડ અને પર્ચુ એવા બે ભાગ દેખાય છે, પણ મૂળ હોતા નથી તેમને આ વર્ગમા મૂકવામા આવે છે જૂની લીન ઉપર એમાસામા થતી લીય આ વર્ગમા આવે

ઉપલા બે વર્ગોમા વાહિનીન (Conducting system) વિકસેલું નથી



A રીફસિયા

B મારેકેન્સિયા

C મોસ

આકૃતિ. ૧૦

(૩) ત્રિઅંગી (Pteridophytes) અથવા હંસરાજ વર્ગ. અપુષ્પ વર્ગની જે વનસ્પતિઓમાં મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણ સ્પષ્ટ દેખાય છે (વિકાસ પામ્યાં છે) તેમને આ વર્ગમાં મુકાય છે. હંસરાજ આ વર્ગનો સારો પ્રતિનિધિ છે. આ વર્ગમાં સપુષ્પ વર્ગની વનસ્પતિઓની જેમ વાંહિનીત્ર સારી રીતે વિકસેલું હોય છે. (જુઓ મુખ્ય ચિત્ર).

સપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં ખીજ (Seed) તો થાય છે જ પણ કેટલીકમાં આ ખીજ જેને આપણે સામાન્ય રીતે ફળ (Fruit) કહીએ છીએ તેમાં દંકાયલાં હોય છે. જ્યારે કેટલીકમાં આ ખીજ ખુલ્લાં હોય છે (એટલે કે ફળ થતો નથી) આ. મુદ્દા ઉપર સપુષ્પોના બે મુખ્ય વિભાગો:—(૧) અનાવૃત ખીજ (નમખીજ અથવા Gymnosperms) ઘ. ત. સાયકસ, દેવદારુ વગેરે (જુઓ આકૃતિ ૧૨) અને (૨) આવૃત ખીજ (સંવૃત ખીજ, Angiosperms) ઘ. ત. આંબો, લીંબડો, પીપળો, કેળ, ઘઉં, જુવાર વગેરે.



A ફર્ન અથવા ઉંસરાજ

B ઇકવીસેટમ

આકૃતિ ૧૧

આવૃત્તખીજવર્ગમાં આપણે ખોરાક માટે વાપરીએ છીએ એમાંની લગભગ બધી વનસ્પતિઓ આવે છે. ખીજમાં બે દળ (દાળ, cotyledon) હોય છે કે એક એ મુદ્દા ઉપર આવૃત્ત ખીજના બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે :

### દ્વિદળ (Dicotyledons)

કઠોળ વર્ગ (મગ, ચણા, દુધર, વાલ, વટાણા, વગેરે), તલ, આંબો લીંબડો વગેરે.

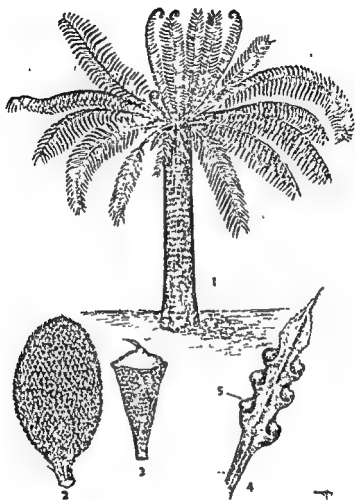
આ વર્ગની વનસ્પતિઓમાં ફૂલના ભાગોની સંખ્યા ૪ કે ૫ (અથવા તેમના ગુણક) હોય છે. પ્રકાંડમાં આવૃત્ત વૃદ્ધિ (પ્રથમ અથવા ઉત્તર વૃદ્ધિ, દ્વિતીયક વૃદ્ધિ, Secondary growth) થાય છે અને પ્રકાંડ લાક્ષણિકો (લાકડા જેવો કઠણ) બને છે. પર્ણમાં શિગઓ (Veins) ભળીદાર રચનામાં પરિણમે છે અને પર્ણતલ (પર્ણધાર, Leaf base) નાનું હોય છે.

### એકદળ (Monocotyledons)

ધઉં, જુવાર, ઘાસ, બાજરી, નાળિયેરી, કેળ, વગેરે.

એકદળ વનસ્પતિઓના સામાન્ય રીતે ફૂલોના ભાગોની સંખ્યા ૩ (કે તેના ગુણક) હોય છે. આવૃત્તવૃદ્ધિ થતી નથી અને મૂળ તંતુ જેવા (રેશીદાઝ, Fibrous) હોય છે. પર્ણની શિગઓ સમાંતર હોય છે અને પર્ણતલ બહુ મોટું હોય છે.





આકૃતિ ૧૨

સાયકસ (Cycas)

૧ સાયકસ વૃક્ષ, ૨ ડોન (Cone), ૩ ડોનમાંનું એક માઈક્રો-સ્પોરોફાઇલ (લઘુખીન્નલુપ્ત), ૪ મેગાસ્પોરોફાઇલ (અરુખીન્નલુપ્ત), ૫ ખીન્ન (ખીન્ન, Ovule).

## પ્રકરણ ૬

### મૂળ

આગળ આપણે જોઈએ કે હંસરાજવર્ગ સિવાય ખીછ અપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં મૂળ હોતું નથી; બધી સપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં મૂળ હોય છે.

ખીન્નકુરણ પછી ખીજમાંથી બે ફક્ષુગા ફટતા દેખાય છે. જે જમીનમાં જાય છે અને સ્વભાવથી જ જે પાણી તરફ અને પ્રકાશથી દૂર જતો હોય છે તે ફક્ષુગો આદિ મૂળ (Radicle) કહેવાય છે બ્યારે જે ફક્ષુગાને નાનાં નાનાં પાન હોય છે અને ફૂંપળ અથવા કલિકા હોય છે અને જેમાંથી આગળ જતા મૂળ સિવાયનું બાકીનું વનસ્પત્યાગ તૈયાર થાય છે તેને આદિ પ્રરેહ (Plumule, પ્રાકુર) કહેવામાં આવે છે.

સામાન્ય રીતે મૂળ એ વનસ્પતિનું ભૂગર્ભસ્થ અંગ છે. આદિ મૂળમાંથી જે મૂળ (અને મૂળ શાખાઓ) વિકસે છે તે પ્રથમ મૂળ (Primary root). મૂળની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ મૂળ જેવી જ હોય છે અને સામાન્ય રીતે મૂળ ભૂગર્ભસ્થ હોઈ એમાં રંગ હોતો નથી (એટલે કે ગ્રેન્ડ્રોપ્લસ્ટોઇડ Chromoplastids હોતા નથી).

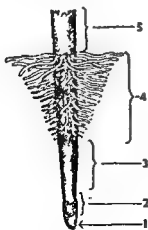
પ્રથમ મૂળને પોષક પદાર્થોના સંગ્રહને કારણે પોતાની શાખાઓ કરતા વધારે જડુ થયું હોય તો એને ધૃત્યમૂળ (ધારીમૂળ અથવા Tap root) કહેવામાં આવે છે, અને મૂળ શાખાવિન્યાસને ધૃત્યમૂળ વિન્યાસ (Taproot system) કહેવાય છે.

મૂળનું કાર્ય :—મૂળ અને મૂળશાખાઓથી છોડ જમીનમાં દૃઢ રીતે ચોટી રહી વાવાઝોડા સામે રક્ષણ મેળવે છે. મૂળ વાટે વનસ્પતિમાં જમીનમાંથી પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો સુચાય છે અને એ દ્રવ્યો વાહિનીઓ માગ્દત આપ્યા છોડમાં જાય છે.

જે મૂળ આદિમૂળમાંથી ઉદ્ભવ્યું હોય તો એને ઓરસમૂળ (Normal root) કહેવાય. ઘણી વાર શરૂઆતમાં જ આદિમૂળ નાશ પામે છે કે વધતું અટકી જાય છે આવા સંજોગોમાં આદિમૂળ સિવાયના વનસ્પતિઅંગમાંથી મૂળ ઉદ્ભવે છે આવા મૂળને તેમના જીગમ ઉપરથી અનોરસમૂળ (સામાન્ય

રીતે આદિમૂળમાંથી થવાં જોઈએ તેને બદલે બીજા અંગમાંથી ઉદ્ભવેલાં મૂળ) કહી શકાય. અનૌરસમૂળ (adventitious roots) જે બૂગસંસ્થ હોય તો તો તેમનું કાર્ય ઔરસમૂળ જેવું જ હોય છે, પણ તે પ્રસારના વાતાવરણસ્થ (aerial) ભાગમાંથી ઉદ્ભવેલાં હોય છે ત્યારે તેમનાં કાર્ય બીજાં હોઈ શકે. આ વિષે હવે પછી વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

**મૂળરચના-મુખ્ય ભાગો :—**મૂળના અગ્રભાગ (મૂલાગ્ર અથવા Root apex)માં કોષવિભાજન (cell division)ની પ્રવૃત્તિ સામાન્ય રીતે ચાલુ જ હોય છે અને એ રીતે ત્યાં કોષસંખ્યામાં વધારો થતો રહે છે. મૂળનો આ ભાગ તે કોષવિભાજન પટ (Region of cell division). આ ભાગમાં કોષકવચ બહુ ક્ષમણ હોય છે. આ ક્ષમણ વિસ્તાર મૂલત્રાણ (મૂળકેપી, root-cap, મૂલાગ્રાવરણ) એટલે કે મૂળને રક્ષનાર એવા પડથી ઢંકાયેલો હોય છે. મૂળને જમીનના અડગચક્ર કણોની વચ્ચે થઈને આગળ વધવાનું હોય છે એ જોતાં મૂલત્રાણની અગત્ય સમજી શકાય છે. મૂળમાં કોષ-વિભાજનપટની ઉપરનાં ભાગમાં કોષવર્ધન (અથવા કોષવિસ્તરણ) થતું હોય છે. અહીં કોષનું કદ મોટું થાય છે. આ ભાગ તે કોષવિસ્તરણપટ (Region of cell-elongation or cell enlargement) એની ઉપરના ભાગના કોષો પોતપોતાને જે કાર્ય બનાવવાનું છે તે પ્રમાણે વિકાસ પામે છે. આ ભાગમાં કોષો પુખ્ત થવા હોય છે એટલે એ ભાગનું નામ પ્રૌઢ કોષપટ (Region of maturation).



મૂળરચના બતાવતો મૂળનો ભાગ છે.

- ૧ મૂલત્રાણ (મૂલાગ્રાવરણ, Root-cap)
- ૨ કોષવિભાજન પટ (કોષનિર્માણ પટ, Region of Cell Formation)
- ૩ કોષવિસ્તરણ પટ (Region of Cell Elongation)
- ૪ કોષણ પટ (Region of Absorption)
- ૫ પ્રૌઢકોષ પટ (Region of Maturation).

મુલાગ્રથી થોડે ઉપર મૂલાન્છાદન (મૂલાધિસ્તર, મૂલાપિન્ધ્યા, Epiblema) માંના કેટલાક કોષો મૂલરોમ (Root-hair) ના રૂપમાં લાંબા થયેલા હોય છે. આ મૂલરોમો દ્વારા મૂલમાં પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો જમીનમાંથી શોષાય છે. મૂલરોમ વિસ્તાર (શોષણપટ Region of absorption) ની ઉપરના ભાગના કોષો પ્રૌઢવસ્થાને પામી ચૂકેલા હોય છે. આ વિસ્તારમાં મૂલના અંદરના પડમાંથી મૂલશાખાઓ ફૂટે છે (endogenous origin of root branches). પ્રકાંડ શાખાઓનું જિગમસ્થાન પ્રકાંડના ઉપરના (બહારના) પડમાં હોય છે (exogenous origin of stem branches).

આમ આપણે જોયું કે મૂલના મુખ્ય ત્રણ ભાગો નજરમાં આવે છે : (૧) કોષવિભાજન પટ, (૨) કોષવિસ્તરણ પટ અને (૩) પ્રૌઢ કોષપટ. ઉપરાંત મુલાગ્રને ઝક્કો ભાગ મૂલગ્રાણું.

વર્ષાયુ, દ્વિવર્ષાયુ અને બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓ (Annuals, Biennials and Perennials).

મૂલમાં જે પોષક તત્ત્વોનો સંગ્રહ થાય છે તે ઘણુંખરું વનસ્પતિની આયુષ્યકાંક્ષા ઉપર અવલંબીતો હોય છે.

વર્ષાયુ વનસ્પતિઓની જીવનકીલા એક વર્ષ (કે એક ત્રણ) માં પૂરી થઈ જાય છે. ફૂલ, ફળ અને બીજ થતાં આખો જીવન ચક્રાઈ જાય છે. તણવર્ગની ઘણીખરી વનસ્પતિઓ—ઘઉં, ડાંગર વગેરે સહિત—અને મગ, ચણા, વટાણા જેવી બીજી ઘણી વનસ્પતિઓ આ વર્ગમાં આવે છે.

દ્વિવર્ષાયુ વનસ્પતિઓમાં પહેલે વર્ષે પ્રજનનાર્થ જૃદ્ધિ કે વિકાસ થતો નથી પણ તે વર્ષમાં આવી વનસ્પતિઓ—જેવી કે ગાજર, મૂળા, શલગમ વગેરે—પોષક પદાર્થો (ખોરાક) નો સંચય કરે છે. આ સંચયનું સ્થાન મૂલ છે. બીજે વર્ષે આ સંગ્રહેલા ખોરાકનો ઉપયોગ પ્રજનનાર્થ જૃદ્ધિવિકાસ માટે થાય છે અને આમ બીજે વર્ષે આ વનસ્પતિઓને ફૂલ, ફળ, બીજ થાય છે અને પછી એમનો અંત આવે છે. જીવનચક્રના પહેલા વર્ષને અંતે મૂલમાં સંગ્રહાયેલા ખોરાકને માટે આવી વનસ્પતિઓનો ઉપયોગ થાય છે.

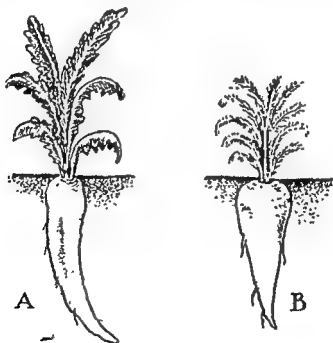
બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓ ઘણાં વર્ષો જીવે છે અને એ દરમિયાન ઘણી વાર તેમને ફૂલ, ફળ, બીજ આવે છે.

ઔરસ (Normal) અને અઔરસ (Adventitious)

## મૂલ

ઔરસ (પ્રસામાન્ય Normal) મૂલ. આગળ આપણે જોયું કે જે મૂળ આદિમૂળમાંથી જિગમ પામે છે તે ઔરસ મૂળ (Normal roots) કહેવાય છે; આ મૂલોમાં ઘણી વાર ખોગકનો સંગ્રહ થાય છે અને એ કારણે તેઓ વિવિધ આકાર ધારણ કરે છે. આવા આકાર પ્રમાણે જો મૂલોને જુદાં જુદાં નામ અપાય છે. આવા સંગ્રહી (storage or tuberous) આકારોનાં નામ નીચે આપ્યાં છે.

પિંડાકાર, મૂલાકાર (મૂળા જેવા આકારવાળા) અથવા બોબીનાકાર (મિલોમાં સુતર જેવા ઉપર વીંટવામાં આવે છે તે બોબીન જેવા આકારવાળાં (તર્કુરૂપ, fusiform) મૂલ. જે ધૂર્યમૂલ વચ્ચેથી જડાં અને જાને તરફ ધીમે ધીમે સાંકડા (પાતળાં) થયેલાં હોય છે તેમને પિંડાકાર મૂલ કહેવામાં આવે છે : દા. ત. મૂળા.



આકૃતિ ૧૫

A -મૂળા (Radish), B ગાજર (Carrot)

### શંકુ-આકાર (શંકુવાકાર, conical) મૂલ

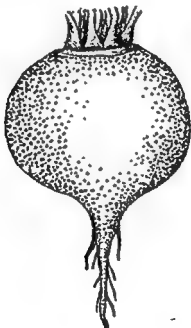
જે ધૂર્યમૂલ મૂલ-પ્રકાંડ સાંધા આગળ પહોળાં (જડાં) હોય છે અને પછી નીચેના ભાગમાં ધીમે ધીમે પાતળાં થયેલાં હોય છે તે શંકુવાકાર મૂલ કહેવાય છે, દા. ત. ગાજર.

સલગમાકાર (સલગમ-Turnip-ના આકારના અથવા ભ્રમરાકાર, Napiform-કુમ્ભીરૂપ) મૂલ.

જે ધૂર્યમૂલ ખોરાકસંચયને કારણે ગોળ દડા જેવાં થયેલા હોય છે અને જેમાં નીચેનો ભાગ ધીમે ધીમે પાતળો થવાને બદલે ગોળ માથા ઉપરની ચોટલીની જેમ પાતળો અને લાંબો હોય છે તે સલગમાકાર મૂલ કહેવાય છે : દા. ત. સલગમ, ગિટરટ, વગેરે.

અનૌરસ (અપસ્થાનિક) મૂલ અને તેમના વિવિધ આકારો

ધણી વનસ્પતિઓમાં પ્રથમ મૂળ વિકાસ પામતું નથી પણ પ્રકાંડ તલ



આકૃતિ ૧૬

-ખીટ ૩૮

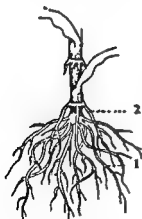
(Base of the stem) માંથી મૂલો ઉદ્ભવે છે. તેમના આવા ઊગમને કારણે આવાં મૂળ અનીરસ (adventitious, અપસ્થાનિક) મૂલો કહેવાય છે. આ ઉપરાંત પ્રકાંડ અને તેને લાગેલાં ઉપાંગોમાંથી પણ મૂલ નીકળે છે. આ મૂલો પશુ અનીરસ વર્ગમાં જ આવે.

**અનીરસ મૂલના પ્રકારો :**

(૧) ભૂગર્ભસ્થ (underground).

(ક) તંતુમૂલ (fibrous roots) પાનળા તાર અથવા દોરા જેવાં ભૂગર્ભસ્થ અનીરસ મૂલોને તંતુમૂલ કહેવામાં આવે છે. પ્રથમ મૂળ હોતું નથી એટલે આવાં તંતુમૂલ એક જ સમતલ (Plane) માંથી નીકળતાં દોર્મ શુદ્ધાકારે હોય છે : દા. ત. મકાઈ, ઘઉં, વગેરે તૃણવર્ગની વનસ્પતિઓ.

(ઘ) મંથિલ (tuberous) જે અનીરસ મૂલ ખોરાકના સંચયથી ભર્યા થયેલાં હોય છે તેમને મંથિલ મૂલો (tuberous roots) કહેવાય છે. આવાં મંથિલ મૂલોના ઉપપ્રકારો ત્રણ છે :

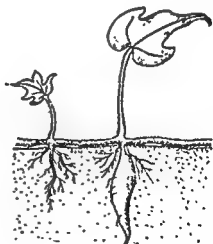


આકૃતિ ૧૭

મકાઈનાં તંતુમૂલ

૧ તંતુમૂલ

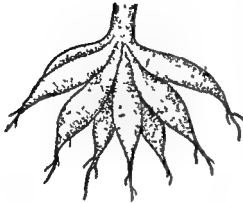
૨ આધારમૂલ



આકૃતિ ૧૮

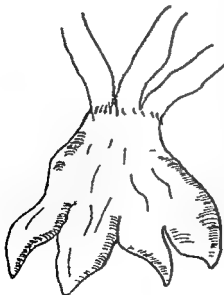
ચક્રિયાં (ચક્રરકંદ, Sweet Potato) નું મંથિ મૂલ (tuberous root)

(સ ૧) છટાં અંધિલ મૂલ (simple tuberous roots) ન્યારે અંધિલ મૂલ છટાં છટાં હોય છે—દા. ત. સક્કરીઆં (Sweet Potato).



આકૃતિ ૧૯

શતાવરી (Asparagns)નાં અંધિમૂલ.



આકૃતિ ૨૦

ધોળાંમસકી (Orchis Root)

(સ ૨) ઝૂમખિયા અથવા ઝૂમખા દારૂ અંધિલ મૂલો (ઝુમખાકાર, પૂલકિત, fasciculated tuberous roots) ઝૂમખામાં હોય છે તેવાં અંધિલ મૂલ — દા. ત. શતાવરી (Asparagus).

(સ ૩) હસ્તાકાર (પંખાકાર, હસ્તાકૃતિ) અંધિલ મૂલ. અંધિલ મૂલ સાદું રહેવાને બદલે ન્યારે એના અગ્રભાગમાં એ ખાયા-દાર બને છે ત્યારે હથેળી ઉપ-આગળીઓ લાગેલી હોય છે તેવો આકાર (હસ્તાકૃતિ) થાય છે. આથી એવા મૂળને હસ્તાકૃતિ અંધિલ મૂલ (palmated tuberous root) કહે છે : દા. ત. નાલમ (Orchis).

(૨) વાતાવરણરુદ્ધ (aerial) અનીરસ મૂલ :

(ક) આરોહી મૂલ (શ્લેષી મૂલ, આલિંગન મૂલ).



આરોહકો (Climbers)ને પ્રકાંડ ઉપર આવાં અનોરસ મૂલ જોવામાં આવે છે. પોથોસને આવાં મૂલ હોય છે. ટેકાને આ મૂલોની મદદથી પટ્ટી આરોહક વનસ્પતિ જાયે ચઢે છે.



પોથોસનાં આરોહી અથવા આસિંગન મૂલ (clinging roots).

આકૃતિ ૨૧

(૨) આધાર મૂળ (અવસ્તંભ મૂલ, Prop roots) મકાઈ અને કેવડાને પ્રકાંડના નીચેના પર્વો (Nod)માંથી મૂલ જોવામાં આવે છે અને આ મૂલ ત્રાંસા જઈ જમીનને લાગી પ્રકાંડને ટેકા આપે છે. આ મૂલો આધારમૂળ કહેવાય છે.

(૩) સ્તંભાકાર મૂલ (Columnar roots)

જ્યારે મૂળ પ્રકાંડમાંથી જોગી સીધાં વધી જમીનને લાગી થાંભલા જેવાં થાય છે ત્યારે તેમને સ્તંભાકાર (columnar) મૂલ કહે છે. દા. ત. વડવાઈઓ.

(૪) વૃક્ષારૂઢ (વૃક્ષારોહી, epiphytic) મૂલ.

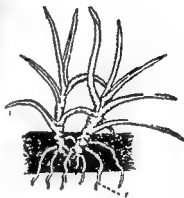
સાલમ જેવી વનસ્પતિ ખીખી વૃક્ષોના પ્રકાંડ ઉપર આશરો લઈને જોવામાં આવે છે. આવી વનસ્પતિને વૃક્ષારૂઢ (Epiphyte, અધિપાદ્ય) કહેવામાં આવે છે. વૃક્ષારૂઢો આસનવૃક્ષ (supporting tree)ને નુકસાન કરતા નથી કે એમાંથી રસ ચૂસતા નથી. તેઓ તો ફક્ત આસનવૃક્ષના પ્રકાંડ ઉપર જે ધૂળ વગેરે કચરો જામેલો હોય છે તેમાં જોવામાં આવે છે અને એ રીતે સીધી રીતે તેઓ જમીનમાંથી પોષણ મેળવતા નથી. આવા વૃક્ષારૂઢોને પ્રકાંડમાંથી ખાસ પ્રકારના મૂલ જોવામાં આવે છે. આ મૂલને વૃક્ષારૂઢ મૂલ (Epiphytic

roots) કહી શકાય. આ મૂલમાં જલશોષીસ્તર હોય છે. આ જલશોષીસ્તર (આદ્રતામાધીસ્તર Velamen) વાતાવરણમાં રહેલો ભેજ ચૂસે છે.



આકૃતિ ૨૨

વડનાં સ્તંભાકાર (Columnar) મૂલ.



આકૃતિ ૨૩

ઝોફીસ (Orchid) નાં  
વૃક્ષારુદ અથવા આધિપાદપ  
(epiphytic) મૂલ.

(ક) પરોપજીવી (પરજીવી, parasitic) મૂલ-નમૂલી અથવા અમરવેલ (Cuscuta) અને વાંદ (Loranthus) જેવી વનસ્પતિઓ ખીજ વનસ્પતિઓનો આધાર લઈ તેમના ઉપર વૃક્ષારુદ (Epiphyte) ની જેમ જીવે છે; પણ વૃક્ષારુદ પોતાના પોપણ માટે આસન (Support) ઉપર આધાર રાખના નથી. જ્યારે ઉપરોક્ત વનસ્પતિઓ પોતે જે વનસ્પતિઓ ઉપર જીવે છે તેમના અંગમાં શોષકો (ચૂષકાંગ, Haustoria) મોકલી પોષકરસ ચૂસી લઈ પોપણ મેળવે છે. આવી વનસ્પતિઓ પરોપજીવી (parasitic) કહેવાય છે, અને જેમના અંગમાંથી તેઓ પોપણ મેળવે છે તે યજમાન (પરપોષી, આતિથેય, Host) કહેવાય છે, પરોપજીવીનાં મૂળ (અથવા શોષકો) પરોપજીવી મૂળ (parasitic roots) કહેવાય છે.

આવી પરોપજીવી વનસ્પતિઓ હંમેશાં વૃક્ષારુદ જ હોય છે એમ નથી, દા. ત. ચંદનવૃક્ષ એ આમ તો ખીજાં વૃક્ષોની જેમ જમીનમાં જ જીવે છે

પણ એનાં મૂળો ખીજ વનસ્પતિઓનાં મૂળમાંથી પોષક દ્રવ્યો લઈ લેતાં હોવાથી ચંદનવૃક્ષ પરોપજીવી ( parasitic ) છે.

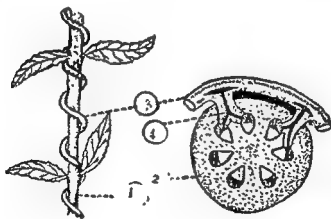
અમરવેલ જેવા જે પરોપજીવીઓમાં દર્શિત દ્રવ્ય હોતું નથી તેઓ યજમાન શરીરમાંથી પાણી અને સાદા ક્ષારોને બદલે એમાંથી બનેલાં



આકૃતિ ૨૪

પરજીવી—વાદો ( Loranthus )

- ૧ પરપોષી ( Host ) ઉપર જે જગ્યાએ પરજીવીનાં ચૂપક મૂળો ( Haustoria ) જિત્યાં છે તે જગ્યા ઉપર દેખાતી ગાંઠ .
- ૨ પરપોષી પ્રકાંડ
- ૩ પરજીવી ( Parasite )



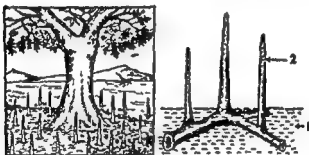
આકૃતિ ૨૫

પરજીવી મૂળ, 'દા. ત. કર્કટુટા અથવા અમરવેલ 'કે આકાશવેલ

- ૧ પરપોષી ( Host ) છોડ.
- ૨ પરપોષીનો છેદ ( Section ).
- ૩ પરપોષીની આજુબાજુ વીંટળાયેલી પરજીવીવેલ.
- ૪ પરપોષીની પેશીઓ ( tissues )માં જિતેલાં ચૂપકમૂલ ( Haustoria ).

ગર્કગ અને એવા ખીખ પોષક દ્રવ્યો ચૂસે છે. એવા પરોપજીવીઓ પૂર્ણતઃ પરોપજીવી (પૂર્ણ પરજીવી, total parasite) કહેવાય છે. જ્યારે અંશતઃ પરોપજીવી (partial parasite) તેને કહેવાય કે જેઓ યજમાન શરીરમાથી ફક્ત પાણી અને સાદા ખનિજ દ્રવ્યો ચૂસી પોતાનામાં રહેલા હરિત દ્રવ્યની મદદથી પોતાનો જોગક પોતે જ બનાવી લે છે. દા. ત. વાદો.

(ચ) શ્વસનમૂળ (Pneumatophores) પાણીપોચી (water logged—જલાદાનત) જમીનમાં જીગતી વનસ્પતિઓનાં મૂળને ધસી વાગ પૂરતી હવા મળતી નથી. આવી વનસ્પતિને પ્રકાંડના નીચલા ભાગમાથી નીચેથી ઉપર વધતા ખાસ પ્રકારના મૂલ થાય છે તેમને શ્વસનમૂળ કહી શકાય. મરિયાકાંઠે થતી અમુક વનસ્પતિઓ (Mangrove plants) અને મુદગવનની કેટલીક વનસ્પતિઓમાં આવા શ્વસનમૂળ જોવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૨.૬

### શ્વસનમૂળ (Pneumatophores)

ડાખા હાથ ઉપરના ચિત્રમાં શ્વસનમૂળો ખીંટા સરખા જમીનમાથી નીકળેલા દેખાય છે.

1 જમીનમાનો ભાગ, 2 શ્વસનમૂળ ઉપરનાં છિદ્રો (રન્ધ્રો).

## પ્રકરણ ૮

### પ્રકાંડ (Stem)

ખીજનું અંકુરણ થાય છે ત્યારે જેમાંથી લવિષ્યમાં પ્રરોહ (shoot) થવાનું છે તે આદિપ્રરોહ (પ્રાંકુર, Plumule) સીધું ઉપર વધે છે (એટલે કે પૃથ્વીના મધ્યબિંદુથી દૂર જાય છે) અને આદિમૂળ (મૂલાંકુર, Radicle) નીચે જાય છે. પ્રરોહની અક્ષ (ધરી, Axis) પ્રકાંડ (stem) કહેવાય છે. ઉપર વધતી હોવાથી પ્રકાંડને ઊર્ધ્વારોહી અક્ષ (આરોહી અક્ષ ascending axis) પણ કહે છે. પ્રકાંડના ઉપાંગો અનુગાંધ, appendages) પ્રકાંડના જેવાં અથવા જુદી જાતનાં હોય છે. પર્ણ અને પુષ્પ એ પ્રકાંડના તેનાથી જુદી જાતનાં ઉપાંગો છે. પ્રકાંડ અથવા તેની શાખા ઉપર જે જગાએ પર્ણ લાગેલું હોય છે તે જગાને પર્વ (પર્વસંધિ, ગાંઠ, Node) કહે છે. એ પર્વોની વચ્ચેના પ્રકાંડના ભાગને કાંડ અથવા આંતરપર્વ કહે છે. પ્રકાંડના શિરોબિંદુ તરફ જનતા પત્ર અને પ્રકાંડ વચ્ચેના કોણ કક્ષ અથવા પર્ણકોણ (પત્રકોણ, Axil) કહેવાય છે. કક્ષમાં ઉમેશાં કલિકા (Bud) હોય છે. પ્રકાંડ અને મૂળ વચ્ચેના આ એક અગત્યનો ભેદ છે. પ્રકાંડના શિરોબિંદુ (શિખાગ્ર, Apex) એ ધણુંખરું વર્ધમાન (Growing point) હોય છે જે કારણે પ્રકાંડની વૃદ્ધિ શિરોબિંદુ તરફ થાય છે. શિરોબિંદુએ અવિકસિત બાલપર્ણોથી વર્ધમાન ઢંકાયેલું હોય છે. શિરોબિંદુ કલિકા (અંતસ્થ કલિકા, Terminal Bud) આ રીતે વર્ધમાન અને વિકસિત પર્ણોની બનેલી છે.



વડની કાખળી (ટહની, Twig)

- 1 પર્વસંધિ (ગાંઠ, Node).
- 2 પર્વ (કાંડ, Internode).
- 3 કક્ષ-મુકુલ (Axillary Bud).
- 4 અંતિમ મુકુલ (અંતસ્થ મુકુલ Terminal Bud).

પ્રકાંડ મૃદુ (કોમળ, soft) છે કે કાઠમય (Woody and hard) તેના ઉપરથી અને થડ (સ્તંભ, Trunk) છે કે નહિ તે ધ્યાનમાં લઈ વનસ્પતિઓના સામાન્ય રીતે ત્રણ વર્ગો પાડવામાં આવે છે :

૧ હરિતક અથવા છોડ (Herb). પ્રકાંડ મૃદુ હોય છે અને જમીન ઉપરનો ભાગ દર વર્ષે સકાર્થ જાય છે. વર્ષાણુ અને દ્વિર્વાણુ વનસ્પતિઓ આ વર્ગમાં આવે. ઉપરાંત જે બહુવર્ષાણુ વનસ્પતિઓમાં મુખ્ય પ્રકાંડ જમીનમાં પડી દર વર્ષે નવા નવા ગગન ફૂટે છે તે ગરજ પશુ આ વર્ગમાં આવે.

૨ ગુદમ અથવા શુપ (Shrub). પ્રકાંડ કાઠમય અને થડ ક્યાં તો નહિ જેવું અથવા ટૂંકું એટલે કે ઉપાંગો છેક નીચેથી લાગેલાં હોય. જેને સામાન્ય રીતે આપણે જાંખરાં કહીએ છીએ તે વનસ્પતિઓ આ વર્ગમાં આવે. આ વનસ્પતિઓ બહુવર્ષાણુ હોય છે.



૩ વૃક્ષ (Tree). જે બહુવર્ષાણુ વનસ્પતિઓનાં પ્રકાંડ કાઠમય હોય છે અને જેમાં થડ સારી રીતે વિકાસ પામી ઉપાંગો થકના ઉપરના ભાગથી શરૂ થતાં હોય છે તેવી વનસ્પતિ.

દૃષ્ટિકોણ પ્રમાણે બીજી રીતે પણ પ્રકાંડોનાં વર્ગીકરણ થઈ શકે :

દા. ત. (૧) ઉન્નત પ્રકાંડ—જે પ્રકાંડ જમીનથી જીએ સીધા વધી ટકાર રહેતા હોય તેવા.

આકૃતિ ૨૮

આધારને વીંટળાઈને ચઢતો પ્રકાંડ (twinning stem) અથવા આરોહી પ્રકાંડ.

(૨) દુર્બલ પ્રકાંડ—જે પ્રકાંડ આ રીતે ઉન્નત ન રહી શકતા હોય તે લતાઓના પ્રકાંડ આ વર્ગમાં આવે. આવા દુર્બલ પ્રકાંડોના ઉપવર્ગો પડી શકે.

દા. ત. (ક) જૂપસારી—(વિસર્પી લતા, Creepers). જમીન ઉપર ફેલાતા હોય તેવા પ્રકાંડો, દા. ત. દૂધીના વેલા.

(૪) આરોહી (Climbers) જે ખીજ (ઉત્તન) પ્રકારિ ઉપર અથવા ભીંત જેવી વસ્તુઓ ઉપર ચઢતા હોય તેવા પ્રકારિ ઘ. ત. કૃષ્ણકમળની વેલ.

**પ્રકાંડનું કાર્ય :**

પ્રકાંડનું મુખ્ય કાર્ય પર્ણો ઉપર સૂર્યપ્રકાશ જગાળર પડે એ રીતે તેમને ધારણ કરવાનું છે. પર્ણોમાં પ્રકાશ-શક્તિનો ઉપયોગ કરી શર્કરા (ખાંડ) જેવા પોષક પદાર્થોનું સંયોજન (સંશ્લેષણ, Synthesis) થાય છે. એ સિવાય મૂળ દ્વારા જમીનમાંથી ચૂસાયેલાં પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો વનસ્પતિના ખીજ ભાગોમાં વહેન પાણુ પ્રકાંડમાં જ થાય છે. આ એ મુખ્ય કાર્યો ઉપરાંત પ્રકાંડ પુષ્પ અને તેમાંથી થતાં ફળોને ધારણ કરે છે અને તે ઉપરાંત જુદા જુદા સંજોગોને અનુકૂળ થવા માટે ( પ્રતિકૂળ ઋતુ પાર કરી દીર્ઘજીવિત્વ પ્રાપ્ત કરવા તેમ જ અલિંગીવર્ધન—[ asexual propagation ] જેવાં વિશિષ્ટ કાર્યો—[ special functions ] માટે ) પ્રકાંડના જુદાં જુદાં રૂપો વિકાસ પામે છે. હવે એવાં રૂપોની ચર્ચા કરીએ.

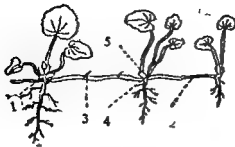
**પ્રકાંડનાં વાતાવરણસ્થ રૂપો :**

( ૧ ) ભૂસ્તારી ( Runner )—પ્રકાંડની પાતળી અને લાંબી શાખાઓ જે જમીન ઉપર પથરાતી અને વચ્ચે વચ્ચે પર્વ (node)માંથી અનૌરસ મૂળ નાખતી આગળ વધે છે તેને ભૂસ્તારી (ભૂપ્રસારી અથવા ભૂમિપ્રરોહ, Runner) કહે છે. પ્રકાંડનો મૂળવાળો દરેક ભાગ (એટલે કે મૂળવાળો કાંડ) મૂળ હોડથી કોઈ પણ કારણે જુદો પડ્યા પછી સ્વતંત્ર અસ્તિત્વ ધરાવે ઘ. ત. બ્રાહ્મી અને દરોઈ (દૂર્વા).

( ૨ ) ભૂસ્તારિકા ( Offset )—બધી રીતે આ પ્રકાર ઉપર વર્ણવેલા ભૂસ્તારીને મળતો છે સિવાય કે આવો પ્રકાંડ ટૂંકો અને જડો હોય છે અને પર્ણ ગુરુત્વમાં હોય છે. ઘ. ત. ( Pistia, જલચુંખલા ).

( ૩ ) મૂલિનીશાખા ( Stolon )—

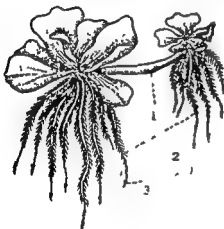
આ પ્રકાંડ પ્રકાર ઉપલા પ્રકારોથી એ રીતે જુદો પડે છે કે આમાં પ્રકાંડ-શાખા જમીન ઉપર પથરાતી વંધવાને બદલે પડેલાં ઊંચે જઈ પછી ધનુષ્યની જેમ નીચે નમી જમીનને લાગે છે અને તે જગ્યાએ અનૌરસ મૂળ નીકળે છે.



આકૃતિ ૨૯

જૂસ્તારી (Runner) — આહો  
(Hydrocotyl)

- 1 જૂળ છોડ
- 2 જૂસ્તારી
- 3 શલ્કપર્ણ
- 4 અને
- 5 મુકુલ (bud) માંથી  
જીળીને જેમાંથી નવો  
છોડ બને છે તે (અનુક્રમે)  
મૂલ અને પ્રશાહ.



આકૃતિ ૩૦

જૂસ્તારિકા (Offset) —  
જલશુંખલા (Pistia)

- 1 જૂસ્તારિકા
- 2 જલમૂલ (aquatic  
roots) જેમાં મૂલકોટરિકા  
(Root Pockets)  
સ્પષ્ટ દેખાય છે (3).

છે. આવી શાખાને મૂલિનીશાખા કહે છે. આવી શાખા મૂળછોડથી જુદી  
પડતાં સ્વતંત્ર છોડ તરીકે જીવે છે. દા. ત. ર્ન (હંસરાજ).

(૪) અધોજૂસ્તારી (અંતઃ જૂસ્તારી, ચૂષક, Sucker).

ઉપલા પ્રકારો જમીનની ઉપરના ભાગમાં જ ઉદ્ભવે છે અને જમીનથી  
અદર કે જમીનને લાગીને વધે છે. બ્યારે અધોજૂસ્તારી પ્રકાંડની એવી  
શાખા છે કે જે જમીનની નીચેના ભાગમાં ઉદ્ભવી થોડે મુદ્દી જમીનમા વધી

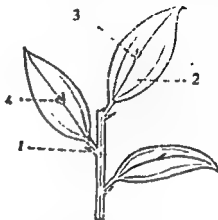


પછી જમીનનું પડ ચીરીને બહાર ગરબે કાઢે છે. જે ભાગ જમીનની અંદર વધ્યો હોય છે તેના ઉપર અનીરસ મૂળ આવેલાં હોય છે. દા. ત. કુદીનો.



આકૃતિ ૩૧

અંધોમૂલ્લારી (અંતઃમૂલ્લારી,  
Sucker)—કુદીનો



આકૃતિ ૩૨

પર્ણકાંડ (પર્ણભસ્તલ, Phylloclade)—રુસ્કસ (Ruscus)  
૧ અને ૩ શલ્કપર્ણો, ૨ પર્ણકાંડ  
૪ કશ્મુકલ (કસિકા).

ઉપર વર્ણવેલાં કાંડ પ્રકારો (૧) થી (૪) વનસ્પતિના અલિંગીવર્ધનનું કાર્ય બજાવે છે.

હવે એ સિવાયના વાતાવરણરુપ પ્રકારો જોઈએ.

(૫) પર્ણકાંડ (પર્ણભસ્તલ, Phylloclade). ત્યારે પર્ણ અવપિકસિત રહી જાય છે અથવા ગાભ્યાવસ્થામાં જ ખરી પડે છે અને પ્રકાંડ જ પર્ણ જેવો ચપટો આકાર અને પર્ણદરિન ધારણ કરી પર્ણનું કાર્ય બજાવે છે ત્યારે તે પ્રકાંડ પર્ણકાંડ કહેવાય છે. દા. ત. શનાવરી, શકડિયો ઘેન.

(૬) શુલ (કાંટા, Thorn)—સામાન્ય ભાષામાં ઘણી જુદી જુદી વસ્તુઓને આપણે કાંટાના નામથી ઓળખાએ છીએ એટલે અહીં જરા વિવેચનની જરૂર છે. આવાં કાંટાઓ વનસ્પતિના અંગ ઉપર તથા રીતે ઉદ્ભવે છે.

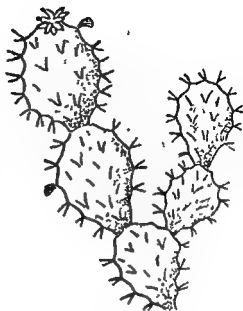


આકૃતિ ૩૩

પર્ણકાંડ—શતાવરી  
(Asparagus)

1 શકપર્ણ

2 પર્ણકાંડ.



આકૃતિ ૩૪

પર્ણકાંડ—કાકડિયો થોર (Opuntia).

પર્ણકાંડ ઉપર પર્ણકંટક કે કંટકપર્ણો  
(Leaf Spines) દેખાય છે.

(૧) બાહ્યત્વચા (Epidermis) માથી બાહ્યવૃદ્ધિ (outgrowth) રૂપે, અંગ્રેજી પરિભાષામાં આ પ્રકાર માટે Prickle શબ્દ છે; આપણે એને શલ્ય કહીશું.

(૨) બીજા પ્રકારમાં પર્ણનું રૂપાતર થઈને કાટા બને છે તેને માટે અંગ્રેજીમાં Spine શબ્દ છે. આપણે એને માટે પર્ણકંટક શબ્દ યોજીશું.

(૩) ત્રીજી રીતે પ્રકાંડશાખાનું કંટકમાં રૂપાન્ થાય છે. આને માટે અંગ્રેજીમાં Thorn શબ્દ છે. આપણે એને શલ્ય કહી શકીએ. આવા કંટકને કાંડકંટક અથવા કંટકકંટક પણ કહી શકાય કારણ કે એ કાંડનું રૂપાતર છે, એને એનું ઉચ્ચ પ્રકાંડમાં જોડું હોવાથી નેટલી સહેલાઈથી શલ્ય (Prickle) તોડી શકાય છે એટલી મહેલાઈથી એને તોડી શકાતો નથી.

ચણ (દડકંટક અથવા કાંડકંટક, Thorn) પ્રકાંડશાખા દોષ સામાન્ય રીતે પર્ણકોણ(કક્ષ)માં ઉદ્ભવે છે, અને દેટલીક વાર એના ઉપર પર્ણો પર્ણ દોય છે. દા. ત. મેંદો, ખીસી, લીળાંગુ.



આકૃતિ ૩૫

પ્રકાંડકંટક (કાંડકંટક, ચણ, Thorn) — મેંદો (Lawsonia).

(૭) પ્રકાંડપ્રતાન (સ્તંભપ્રતાન Stem Tendril) તંતુ જેવા અથવા ઘેરા જેવા જે પાતળા અવયવની મદદથી સત્તાઓ આધારને વળગીને જાયે ચઢે છે તેને પ્રતાન (tendril) કહે છે. આ પ્રતાનનો આગલો ભાગ સંવેદનશીલ (sensitive) હોય છે એ કારણે આધારનો સ્પર્શ થતાં એ આધારને વીંટાવા માડે છે. ઉદાહરણ રીતે પ્રમાણે પ્રતાન વનસ્પતિના જુદાં જુદાં અંગમાંથી બને છે. એ પ્રતાન પ્રકાંડના ભાગનું રૂપાંતર હોય તો એને પ્રકાંડપ્રતાન કહેવાય. દા. ત. કૃષ્ણકમળ સતા, દાક્ષ સતા. કૃષ્ણકમળ સતામાં કક્ષકલિકા પ્રકાંડ પ્રતાનમાં પરિવર્તિત થાય છે અને દાક્ષસતામાં પ્રકાંડશાખાનો અગ્રભાગ જ પ્રકાંડ પ્રતાનમાં રૂપાંતરિત થયેલો હોય છે.



આકૃતિ ૩૬

પ્રકાંડ પ્રતાન (Stem Tendril) — કૃષ્ણકમળ (Passion Flower).

(૮) કંકાકંટક (પન્ન-પ્રકલિકા, Bulbil) દેટલીક વનસ્પતિઓમાં કક્ષકલિકા ઘેરા વિકાસ પામે છે અને વર્ધમાન પુષ્પ શલકપર્ણો (scale

leaves with stored food) થી ઢંકાર્ષ રક્ષાય છે. એ પછી વિકાસ મંધ પડી આખી ગ્યના સુષુપ્ત ગ્હે છે. આ રીતે જે રચના થને છે તેને કક્ષકંદ (Bulbil) કહે છે. કક્ષકંદ વનસ્પતિ શરીરથી છૂટો પડે છે ત્યાં પછી જ્યારે અને જ્યાં જરૂર માટે અનુકૂળ સંજોગ મળે છે ત્યાં એની સુષુપ્તાવસ્થામાંથી એ મુક્ત થઈ એના તલ (Base) માંથી અનૌરસમૂળ નીકળે છે અને વર્ધમાનની પ્રવૃત્તિ શરૂ થઈ નવો છોડ-વિકાસ પામે છે, આ રીતે કક્ષકંદ એ અલિંગીવર્ધન માટેનું એક - માધન છે. દા. ત. કાયન્કોગિયા, ટેનક્રી.

એ ધ્યાનમાં રાખવું કે કક્ષકંદ એ આખી ડાળી અથવા પ્રસોહનું રૂપાંતર છે કારણ કે એમાં પ્રકાંડ ઉપગંત પર્ણોનાં પર્ણ સમાવેશ થાય છે.

હવે આપણે પ્રકાંડના ભૂગર્ભસ્થ રૂપાંતરોને જોઈએ.

### પ્રકાંડના ભૂગર્ભસ્થ રૂપાંતરો

#### ( Underground modifications of stem )

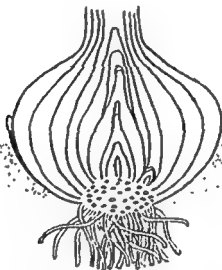
આપણે જોઈએ કે બીજાં કુટુંબ પછી આદિપ્રસોહમાંથી જે વિકાસ પામે છે તે પ્રસોહ અને પ્રસોહનાં જે અંગ ધરી અથવા દારીરૂપે પાંદડા, ફૂલ, ફળ વગેરે અંગોને ખાસ કરી છે તે પ્રકાંડ. પ્રકાંડ ઉપર જ્યાં પર્ણ લાગે છે તે ભાગને પર્વ કહેવાય છે એ પર્ણ આપણે જોઈએ. પર્વ અને ત્યાં લાગેલાં પર્ણો (અથવા પર્ણો પડી ગયા હોય તો ત્યાં પડેલા ડાઘ) થી પ્રકાંડને ઓળખી શકાય છે. કેટલીક વાર પર્ણો પૂરાં વિકસિત પર્ણઉગ્મિતવાળાં હોવાને બદલે પાતળાં પડ જેવાં હોય છે ત્યારે તેમને શલ્કપર્ણ (Scale leaves) કહે છે. પર્ણ ગમે તે પ્રકારના હોય પણ પર્ણકોણ (કક્ષ, Axil) માં કક્ષકલિકા હોય છે.

પ્રતિકૂળ તત્ત્વ પાર કરી દીર્ઘજીવિત્વ પ્રાપ્ત કરવા અને ખોરાકનો સંગ્રહ કરવાના કાર્ય માટે અનુકૂળ એવા પ્રકાંડનાં ઘણાં ભૂગર્ભસ્થ રૂપાંતરો થાય છે, જે ઉપર જણાવેલી નિશાનીઓથી પ્રકાંડ તરીકે ઓળખી શકાય છે.

(૯) કંદ (Bulb) જેને સામાન્ય લાવામાં આપણે કાંદો અથવા કુંચળી કહીએ છીએ તેમાં પ્રકાંડ તો નાનો સરખો અને ચપટો હોય છે પણ તે સંગ્રહાયેલાં પોષક દ્રવ્યોથી પુષ્ટ થયેલા પર્ણતલો (Leaf bases) થી ઢંકાયેલો હોય છે. આમ-પ્રકાંડ અને પર્ણતલો અથવા પ્રસોહનાં બીજાં પુષ્ટ

અંગોની બનેલી રચનાનું સાત્રીય નામ કંદ. એ ખ્યાલ રાખવો જોઈએ કે આપણે અહીં કંદના પ્રકાંડને ઉદ્દેશીને વિચારણા કરીએ છીએ, જે હંમેશાં નાનો સરખો હોય છે. લક્ષણમાં આ રીતે પ્રકાંડ તો નાનો સરખો જ છે પણ પોષક દ્રવ્યોનો સંગ્રહ કલિકા (Buds) માં થયેલો છે. આવા કંદ એ પ્રકારના હોય છે :

(ક) આપ્તકંદ (પરિવૃત્તકંદ, Tunicated Bulb) કંચુકિત શલ્કકંદ : આમાં પર્યંતલો કાંટની આજુબાજુ વિટળાયેલા (પરિવૃત્ત થયેલા) હોય છે. દા. ન. કાંદો અથવા ફૂગળી અને લસણ.



આકૃતિ ૩૭

કંદ ( શલ્કકંદ Bulb ). ફૂગળીનો છેદ ( Section ).

પ્રકાંડ નાની ચકતી જેવો છે, મૂલ તંત્રમૂલ પ્રકારનાં છે અને શલ્કપર્ણો પોષક દ્રવ્યના સંગ્રહથી સજ્જ થયેલાં છે ( fleshy scale leaves ).

(લ) શલ્કકંદ (Scaly Bulb) : આમાં બંને આપ્તકંદ વચ્ચે ફક્ત એટલો જ તફાવત છે કે પર્યંતલોને બદલે આમાં પુષ્પપર્ણો માછલીનાં ભીંજાંની જેમ પ્રકાંડની ચારે તરફ એકબીજાની ઉપર પડી પ્રકાંડને ઢાંકે છે. વળી આપ્તકંદમાં બહારનાં પર્યંતલો સુકાઈ ગયેલાં હોય છે જ્યારે શલ્કકંદમાં બહારનાં પર્ણો સુકાયેલાં નથી હોતાં. દા. જ. ઓક્સીડી ( Oxalis sp. ), લીલી,

## (૧૦) શિક્કાકન્દ (પ્રકંદ, Rhizome)

હળદરના માઠીઆ જે આપણે ગ્લોબલ કે દવામા વાપરીએ છીએ તે પ્રકાક છે, અને એના જેવા પ્રકાકરૂપને—જે લગભગ અને સમૂહલા ખોરાકને લીધે પુષ્ટ હોય છે અને જેમાથી અનોરસ મૂળો નીકળતા હોય છે તેમ જ કક્ષકલિકાઓ વિકસી શાખાઓ રૂપે જમીનનું પડ ભેદી ઉપર નીકળતી હોય છે—શિક્કાકન્દ કહી શકાય (સંસ્કૃતમા શિક્કા એટલે હળદર). દા. ત. આદુ, કઢળી (Canna), હસરાજ (Fern) વગેરેના પ્રકારો



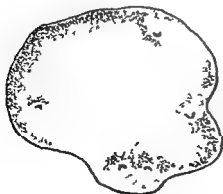
આકૃતિ ૨૮

શિક્કાકન્દ (પ્રકંદ, Rhizome)  
આદુ (Ginger)

- 1 શલ્કપાચું.
- 2 મુકલ (કલિકા)

## (૧૧) સ્ફીતકંદ (મધીકંદ, Tuber)

પ્રકાકની શાખા લાંબી વધવાને બદલે ભૂગર્ભસ્થ થઈ અમ્ભાગમાં પોષક દ્રવ્યોનો સંગ્રહ થઈ ગાંઠ જેવી બની થાય છે, ત્યારે તે પ્રકાકશાખાને સ્ફીતકંદ અથવા મધીકંદ કહે છે. દા. ત. બટાકો એક વાત ખ્યાનમાં રાખવી જોઈએ કે આ પ્રકાકરૂપમા શાખાનો આગળનો ભાગ રૂપાનગ પામે છે



આકૃતિ ૩૦

મધીકંદ (સ્ફીતકંદ, કંદ  
કાકામકંદ (Tuber)—બટાકો  
જેને “આંખ (Eyes)”  
કહીએ છીએ તે મુકલો  
(buds) છે.

## ( ૧૨ ) ઘનતલકાંડ ( ઘનકંદ Corm ).

૧૧ પ્રકાંડનો તલભાગ ( Base ) જ્યારે ખોરાક સંગ્રહથી પુષ્ટ થઈને ચપટો થયેલો હોય છે ત્યારે તેને ઘનતલકાંડ કહે છે. દા. ત. સુરણ. ઘનતલકાંડમાં પ્રકાંડના તલભાગનું રૂપાંતર થયેલું છે. આવા પ્રકાંડને દેટલીક કશિકાઓ ખગુ હોય છે. અને એમાંથી અનોરસ મૂળ ખચી નીકળતાં હોય છે. સામાન્ય રીતે આવા પ્રકાંડના નીચેના ભાગમાં ઓગળી ગયેલા જૂના ઘનતલકાંડનો અવશેષ અને હિપલા ભાગમાં નવા ઘનતલકાંદ ( જે ખીજે વર્ષે પુષ્ટ થશે )ની શરૂઆત થતી દેખાય છે.



ઘનકંદ ( ઘનતલકાંડ, ( Corm ) સુરણ  
( Amorphophallus ).

I કશિકાઓ ( મુકુલો ).

આકૃતિ ૪૦

પ્રકરણ ૯

પર્ણ



ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં પર્ણ (Leaf) એ વિશિષ્ટ અને પ્રમુખ ઉપાંગ છે. પર્ણની વ્યાખ્યા આ રીતે આપી શકાય: પર્વસંધી (Node) એ લાગેલું પ્રકાંડનું પાર્શ્વિક ઉપાંગ. સામાન્ય રીતે પર્ણ પાતળું, ચપટું અને લીલા રંગનું હોય છે અને એની કક્ષમા કલિકા હોય છે. વનસ્પતિનાં પર્ણોને સામુદાયિક રીતે પદ્મલય (Foliage) કહે છે. પર્ણ મુખ્ય ત્રણ કાર્યો કરે છે:

- (૧) પ્રકાશસંશ્લેષણ (પ્રકાશસંશ્લેષણ, કર્બનફિક્સેશન Photosynthesis.)
- (૨) ઉત્સવેદન (બાષ્પોત્સર્જન, Transpiration) અને
- (૩) શ્વસન (Respiration).

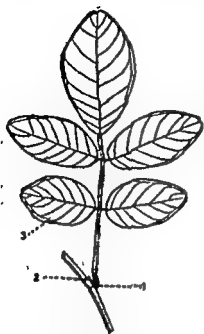
પર્ણપદ્મ (Lamina) ઉપરાંત પર્ણના બે ભાગો હોય છે:

- (૧) પર્ણમૂળ (Leaf Base પર્ણધાર) અને (૨) પર્ણવૃન્ત (Petiole or Stalk, વૃન્ત, પર્ણવૃન્ત). બંધો જ પર્ણોને પર્ણવૃન્ત હોય છે એમ નથી. વૃન્તવાળાં પર્ણ સવૃન્ત (petiolate) કહેવાય છે, જ્યારે વૃન્ત વગરનાં વૃન્તહીન (expetiolate or sessile).

હવે આ બંધા ભાગોનું વિગતવાર વર્ણન કરીએ. પર્ણમૂળ (Leaf Base) વડે પર્ણ પ્રકાંડને લાગેલું હોય છે. એના પ્રકારો આ પ્રમાણે હોય છે:

- (૧) પુષ્પમૂળ (Pulvinus): પર્ણમૂળ બે પુષ્પ અને પહોળું હોય તો એને પુષ્પમૂળ કહે છે. દા.ત. ગરમાળો.
- (૨) પરિકાંડમૂળ (સંવેષીતલ, amplexicaul leaf base): પર્ણમૂળ ચપટું થઈ, વિસ્તાર પામી કાંડને વિટળાયેલું હોય છે. દા.ત. કોથમીઠ.
- (૩) અર્ધપરિકાંડમૂળ (અર્ધસંવેષીતલ અલ્પસ્તંભાલિંગી, semiamplexicaul leaf base): પર્ણમૂળ કાંડને અંશતઃ વિટળાયેલું હોય છે. દા.ત. અરેલિયા.



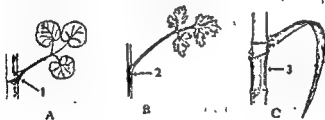


આકૃતિ ૪૧  
પર્ણતલ (Leafbase)  
પુલ્વિનસ (Pulvinus)

(૪) આવરકતલ (sheathing leaf base): આવું પર્ણતલ એટલું વિસ્તરેલું હોય છે અને એવી રીતે પ્રકાંડને લાગેલું હોય છે કે આજી પર્વસંધી નહિ પણ એની ઉપરના પર્વને પણ અંશતઃ કે પૂરો ઢાંકી દે છે. દા.ત. મકાઈ.

દૈનંદીક વાર પર્ણતલ આગળ પાર્શ્વિક ઉપાંગોની નેડ હોય છે. આ ઉપાંગોને ઉપપર્ણો (અનુપર્ણ, Stipules) કહે છે. ઉપપર્ણો છે કે નહિ તેના ઉપરથી પર્ણતલના બે પ્રકાર થાય છે.

(૫) સ-ઉપપર્ણતલ (stipulate leaf base): જેને ઉપપર્ણો લાગેલાં છે એવું પર્ણતલ. દા.ત. અસવંતી.



આકૃતિ ૪૨

પર્ણતલ

1. અર્ધપરિકાંડતલ (semiamplexicaul leafbase) — અરેલિયા
2. પરિકાંડ (amplexicaul) તલ — કોથમીર
3. આવરક (sheathing) તલ — મકાઈ

(૬) ઉપપર્ણહીનતલ (અનુપર્ણ, exstipulate leaf base). દા.ત. આંબો.

ઉપપર્ણ (Stipules, પર્ણતલને લાગેલાં ઉપાંગો), એ વ્તેદીમાં હોય છે અને ઘણા પ્રકારનાં હોય છે:

(૧) મુક્ત: (free lateral): નાનાં અને પર્ણતલથી છુટાં, અને પાર્શ્વિક. દા.ત. જસવંતી.

(૨) સંલગ્ન (adnate): બ્યારે ઉપપર્ણો (૩ જે પર્ણતલની બંને બાજુએ હોય છે)ની અંદરની ધાર પર્ણતલ સાથે ચોટકી હોય છે. દા.ત. ગુલાબ.



આકૃતિ ૪૩

પર્ણ સાથે સંકળાયેલા  
બુદા બુદા બાંગો

૧. પર્ણતલ, ૨. પર્ણવેતલ,  
૩. પર્ણદલ, ૪. ઉપપર્ણ અથવા  
અનુપર્ણ, ૫. કક્ષીય કલિકા.



આકૃતિ ૪૪

સંલગ્ન ઉપપર્ણ (Adnate  
Stipules) ગુલાબ

૧. ઉપપર્ણ  
૨. પર્ણિકાઓ

(૩) આંતરવૃન્તીય (અંતગાત્રિક, Interpetiolar): બ્યારે સામનામેનાં બે પર્ણોના ઉપપર્ણો એક બીજા સાથે પોનાની બહારની ધારથી

જોડાયેલાં હોય છે. આ રીતે ચાર ઉપપર્ણોની બે 'જોડ' બને છે, અને દરેક જોડમાં સામસામેના પર્ણનાં ઉપપર્ણ હોય છે. આવી જોડી કક્ષમાં નહિ રહેતાં પાર્શ્વિક (lateral) બને છે. દા.ત. કદંબ.

(૪) વૃન્તાભ્યંતરીય (અંતઃવૃન્તી, intra-petiolar) : જ્યારે એક જ પર્ણનાં ઉપપર્ણો એકબીજા સાથે પોતાની અંદરની (વૃન્ત તરફની) ધારથી જોડાઈને કક્ષીય (Axillary) બને છે. દા.ત. દીકામાળી.

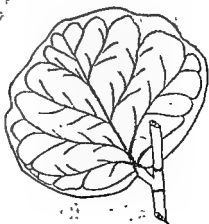
(૫) પરિપ્રકાંડ (નલિકાકૃતિ, પરિનાલ, ochreate) : જ્યારે પર્ણનાં બંને ઉપપર્ણો બંને ધારે જોડાઈને પ્રકાંડને ઘેરી લે છે. દા.ત. કોકોલોબા.



આકૃતિ ૪૫

આંતરવૃન્તીય (અંતરાવૃન્તક, intrapetiolar) ઉપપર્ણ—  
એન્થોસેફાલસ (Anthocephalus).

પરિપ્રકાંડ (નલિકાકૃતિ, પરિનાલ, ochreate) અનુપર્ણ—  
કોકોલોબા (Cocoloba).



આકૃતિ ૪૬

કેટલીક વાર ઉપપર્ણોના વિશિષ્ટ કાર્યસિદ્ધિ અર્થે રૂપાન્તર (modifications) થયેલાં હોય છે. આવાં રૂપાન્તરોના ત્રણ પ્રકાર નીચે આપ્યા છે :

(૧) કંટક (રૂપ) ઉપપર્ણ (Spiny Stipule or Stipule Spine). દા.ત. બોગડી, બાવળ.

(૭) પ્રતાન (રૂપ) ઉપપર્ણ (Tendrillar Stipule or Stipule tendril). દા.ત. સ્માઈલેક્સ.



આકૃતિ ૪૭

કંટકરૂપ (spiny) ઉપપર્ણો—બોગડી.

I. કંટક (Spine).



આકૃતિ ૪૮

પ્રતાનરૂપ ઉપપર્ણો અથવા, ઉપપર્ણો (Stipule tendrils or tendrillar stipules) પ્રતાન-સ્માઈલેક્સ (Smilax)

I. પ્રતાન

(૮) પર્ણસદૃશ ઉપપર્ણ (Foliaceous Stipules) : જ્યારે ઉપપર્ણો પર્ણ જેવા મોટાં અને લીલાં હોય છે. દા.ત. વટાણા.

આવાં રૂપાન્તરિત ઉપપર્ણો એમનાં સ્થાન ઉપરથી ઉપપર્ણો તરીકે ઓળખાય છે.



આકૃતિ ૪૯

પર્ણસદૃશ (leafy or foliaceous પર્ણિલ, પર્ણાકાર) ઉપપર્ણો—  
વટાણા.

1. પર્ણસદૃશ ઉપપર્ણો
2. સંયુક્તપર્ણની પર્ણિકાઓ
3. પર્ણિકાપ્રતાનો.

**પર્ણવૃન્ત (Petiole):** જે ઢાંડી વડે પર્ણદલ (Lamina) પર્ણતલ (Leaf base) સાથે જોડાયેલું હોય છે તેને વૃન્ત અથવા પર્ણવૃન્ત કહે છે.

સામાન્ય રીતે પર્ણવૃન્ત લાંબું અને પાતળું હોય છે પણ એમાં પણ દેટલાક વિશિષ્ટ પ્રકાર જોવામાં આવે છે.

(૧) સ્ફીત (swollen): પાણીમાં તરતી વનસ્પતિઓનાં પર્ણવૃન્તોમાં વિરલ (spongy, વાળળા જેવી છિદ્રાળુ) પેશીરચનાને લીધે આ વૃન્તો ફૂલેલાં હોય છે અને વનસ્પતિને તરતી રહેવામાં મદદરૂપ થાય છે. દા.ત. શિંગોડાં.

(૨) સપક્ષ (winged) : જ્યારે વૃત્તને મને બાજુ પાખ જેવી વૃદ્ધિ થાય છે. દા.ત. લીંબણ.



આકૃતિ ૫૦

સ્ફીતવૃત્ત (swollen petiole)—  
શિંગોડા



આકૃતિ ૫૧

સપક્ષ (winged) વૃત્ત—  
લીંબણ

(૩) પર્ણરૂપવૃત્ત (Phyllode, પર્ણભિદંત) : કેટલાક રક્ષવાનસો (મરફલિદ, Xerophytes એટલે કે પાણીની ખેચવાળા શુષ્ક પ્રદેશમાં જીવતી વનસ્પતિઓ)માં વૃત્ત ઉપર પર્ણદલ (Lamina) ખરી પડે છે અને વૃત્ત સદૃશ થઈ પર્ણદલનું કાર્ય કરે છે. આ વૃત્તને પર્ણરૂપવૃત્ત કહે છે. દા.ત. ઓસ્ટ્રેલિયન માવળ (Acacia auriculiformis)

પર્ણદલ (Lamina) પર્ણદલ એ પર્ણનો મુખ્ય ભાગ છે, અને સામાન્ય રીતે જોવામાં આવે છે. પર્ણદલને જ પર્ણ, પાન કે પાંદડું કહીએ છીએ. પર્ણદલો જાત જાતની આકૃતિ—આકાન્ના અને કદના મળે છે. સામાન્ય રીતે એકદલ (monocotyledonous) વાનગો (વનસ્પતિઓ)ના પર્ણદલો સમાન્તર સિંઓવાળા, લાંબા અને સાકડા હોય છે. બીજા દ્વિદલ (dicotyledonous) વાનગોના દલો જાનમય (netted) સિંગ વિન્યાસ (Venation) વાળા અને પહોળા હોય છે. પર્ણદલ સરલ (simple), ખંડવાળા (lobed) અથવા વિભાજિત (compound) હોય છે. સ્પર્શ તે સુવાળા (smooth), મીચિયા

(waxy) કે દેશવૃક્ષ (hairy) અથવા એવા બીજા કોઈ પ્રકારનાં દોષ છે. આપણે પર્જાદલનાં આકૃતિ (Shape-આકાર) અગ્ર (Apex), અને ધાર (Margin)નું પરોવાં વર્ણન કરીએ.

**આકૃતિ (આકાર, Shape).**

(૧) પટ્ટાકૃતિ (રેખાકૃતિ, રેખીય, linear). ન્યારે પાનની લંબાઈ પરોળાઈ કરતાં વધારે હોય છે અને પાન સાંદ્રી પટ્ટી જેવું દેખાય છે ન્યારે તેને પટ્ટાકૃતિ કહે છે. જાંતે ધાર લગભગ સમાંતર હોય છે. દા.ત. તુલસી.

(૨) કુંતાકૃતિ (પ્રાસાકૃતિ, બાલાના રૂપાના આકારનું—આવાકાર, lanceolate).

પરોળાઈ કરતાં લંબાઈ વધારે અને પર્જાદલ વચ્ચેથી પરોળાનું અને જાંતે તરફ (પર્જાનલ અને પર્જામ તરફ) ધીમે ધીમે સાંકડું થયેલું હોય છે. દા.ત. આંબો, આમીપાલવ.



આકૃતિ પર

પર્જાદલ આકાર

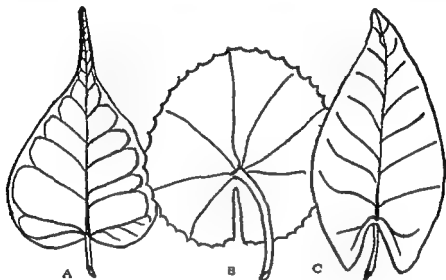
- A. પટ્ટાકૃતિ (રેખાકાર linear) —મકાઈ.  
B. બાલાકૃતિ (પ્રાસાકૃતિ, કુંતાકૃતિ lanceolate)  
C. અંડાકૃતિ (ovate) —અસવંતી.

(૩) અંડાકૃતિ (ovate or egg-shaped) પર્જાદલ લંબ-ઝોળા હોય છે. દા.ત. અસવંતી.

(૪) હૃદયાકૃતિ (cordate or heart-shaped) પર્જાતલ તરફ પરોળાનું અને ખાંચાવાળું અને પર્જામ તરફ સાંકડું પર્જાદલ. દા.ત. પીપ્પળા.

(૫) વર્તુલાકૃતિ (orbicular, rounded) દા.ત. કમળ.

(૧) ખાણાકૃતિ (sagittate, arrow-shaped) ખાણના ફળા જેવું—સાંકડું પર્ણમિત્ર અને સાંકડા બે ભાગમાં વહેંચાયેલું પર્ણદલતલ (base of the lamina) ઘ.ત. અળવી.



આકૃતિ ૫૩

પર્ણદલઆકાર

- A. હૃદયાકાર (cordate)—પીપળા
- B. વર્તુલાકાર (orbicular)—કમળ
- C. ખાણાકાર (વાણાકાર, sagittate)—અળવી (Colocasia)

સિરા વિન્યાસ (Venation or Arrangement of veins and veinlets)

પર્ણદલ પાતળું કાગળ જેવું હોય છે. એમાં પાણી અને પોષકતરવોની હેરફેર માટે અને મજબૂતી માટે સિરાઓ હોય છે. આ સિરાઓની ગોઠવણી વનસ્પતિઓને ઓળખવામાં ઉપયોગી થઈ પડે છે. ઘ.ત. સામાન્ય રીતે દ્વિદલ વાનસો (વનસ્પતિઓ)માં સિરાવિન્યાસ મલાકાર—મળા જેવો



(netlike) હોય છે. જ્યારે એકદલ વાનસોમાં સમાન્તર સિરાઓ હોય છે. અપવાદો હોય છે જેમ કે સ્માઈલેક્સ એકદલ વનસ્પતિ છે પરંતુ એનો સિરાવિન્યાસ જાલાકાર છે. સિરાવિન્યાસનું વર્ગીકરણ નીચે આપ્યું છે.

૧. જાલાકાર (reticulate). મુખ્ય સિરાઓની સંખ્યા પ્રમાણે બે ઉપવર્ગો પડે છે.

(ક) એકસિરી (unicostate) દા.ત. આંજો, જસવંતી (આકૃતિ ૪૩)

(ગ) બહુસિરી (બહુસિરાલ, multicostate.) બહુસિરી સિરાવિન્યાસમાં વળી પાછા બે જૂથો પડે છે :

(૧) અસિસારી (convergent) પર્યુદલનલ જ્યાં વૃન્તને લાગેલું હોય છે તે ગિન્દુથી નીકળતી મુખ્ય સિરાઓ પર્યાપ્ત તરફ આગળ વધતાં એકબીજાની નજીક આવે છે. દા.ત. ખોરડી, સ્માઈલેક્સ (Smilax). (આકૃતિ ૬૨)

(૨) અપસારી (divergent). સિરાઓ પર્યાપ્ત તરફ આગળ વધતાં એકબીજાથી દૂર જાય છે. દા.ત. દીવેલો. (આકૃતિ ૬૧C)

૨. સમાન્તર (parallel). મુખ્ય સિરાઓની સંખ્યા પ્રમાણે બે ઉપવર્ગો.

(ક) એકસિરી દા.ત. કેના (કદળી)



એકસિર સમાંતર (unicostate parallel) સિરાવિન્યાસ—કેના (કદળી).

(૪) બહુસિરી. એમા વળી પાછાં બે જૂથો :

(૧) અભિસારી ઘ ત. તૃણવર્ગ (આકૃતિ પર A)

(૨) અપસારી ઘ ત. તાડ.

પર્ણાગ્ર અથવા અગ્ર (શીર્ષ, શિખાગ્ર, apex)ના પ્રકારો :

(૧) તીક્ષ્ણ, કુચિત (નિશિખાગ્ર, acute). પર્ણાગ્ર સાંકડું એટલે કે લઘુકોણી હોય છે. ઘ.ત. આંબો.

(૨) ઉદગ્ર, પ્રકુચિત (લગ્નાગ્ર, acuminate) પર્ણાગ્ર સોવા જેવું લાંબુ થયેલું હોય છે. ઘ.ત. પીપળો.

(૩) વિશાલકોણી (કુદાગ્ર, obtuse) પર્ણાગ્ર ખૂંટું અને વિશાલકોણ (obtuse angle) વાળું હોય છે. ઘ ત. વડ.

(૪) કંટકમય, કંટકરૂપ (spiny) પર્ણાગ્ર કાટા જેવું કડવું અને અણીદાર હોય છે. ઘ.ત. કેતકો.

(૫) પ્રતાનરૂપ (tendrillar). પર્ણાગ્રનું પ્રતાનમાં રૂપાન્તર થયેલું હોય છે. એની મદદથી બીજા વસ્તુ કે વનસ્પતિનો ટેકો લઈ વનસ્પતિ ભીંચે ચઢી શકે છે. ઘ.ત. વજનાગ (Gloriosa superba).



આકૃતિ ૫૫

પર્ણાગ્ર

- A. લઘુકોણી (કુચિત acute) — ગુલાબ
- B. લગ્નાગ્ર (ઉદગ્ર, પ્રકુચિત અગ્ર, acuminate apex) — પીપળો.
- C. વિશાલકોણી (કુદા) (obtuse) — વડ
- D. કંટકરૂપ, કંટકસદૃશ (spiny) — કેતકી (Agave).
- E. પ્રતાનરૂપ (tendrillar) — વજનાગ (Gloriosa).

ધાર (કોર, ઉપાંત, Margin)ના પ્રકાર :

૧. અખંડ, સર્ગીંગ (અહિજ કોર, entire)

(ક) અખંડ અને સરળ (entire and straight) દા.ત. વડ.

(ચ) અખંડ અને તરંગિત (entire and wavy) દા.ત. આસોપાલવ.

૨. ખંડિત (broken)

(ક) આરાવત (કકચી, serrate, like the saw teeth, કરવતના દાંતા જેવી). દાંતા પર્ણાભિ તરફ મૂકેલા હોય છે. દા.ત. ગુલાબ.

(ચ) દંતુરિત (dentate) દાંતા સીધા હોય છે. દા.ત. કુંવારપાકું.

(ગ) ગોલદંતુરિત (કુંદંતી, crenate) દાંતા અણીદાર નથી હોતા પથ્થુ ગોળ હોય છે. દા.ત. એલયો (Bryophyllum).



A B C D E F

આકૃતિ ૫૬

કોર, ધાર (Margin).

A. અખંડ (અહિજ, entire)—વડ (Banyan)

B. તરંગિત (wavy)—આસોપાલવ (Polyalthia)

C. આરાવત (કકચી, serrate)—ગુલાબ

D. ગોલદંતુરિત (કુંદંતી)—એલયો

E. દંતુરિત (dentate, મ્વદંતી)—કુંવારપાકું

F. કંકરૂપ (spiny)—દારુડી (Argemone)

- ( ઘ ) કંટમય (spiny) ધાર કાંટાવાળા હોય છે. બીજી રીતે જોઈએ તો કાંટાઓનું કાંટામાં રૂપાન્તર થયેલું હોય છે. દા.ત. દારુડી.
- ( જ ) વિશાલખંડિત (lobed) ધારમાં મોટા મોટા ખાંચા પડેલા હોય છે. આ ખાંચા પર્ણદલની મુખ્ય શિરા સુધી પહોંચતા નથી. (મુખ્ય દલ સુધી ખાંચા પહોંચે તો પર્ણદલ આખું (અવિભાજિત) રહેવાને બદલે વિભાજિત થઈ જાય છે અને ખાંચાઓ ઉપપર્ણો જની ધાન સંયુક્ત પર્ણ અથવા વિભાજિત પર્ણ (compound leaf, સંયુક્ત પર્ણ) કહેવાય છે.

### પર્ણવિન્યાસ (Phyllotaxis-Arrangement of Leaves)

પર્ણની પ્રકાંડ (stem) ઉપર ગોઠવણી.

પર્ણ એવી રીતે ગોઠવાયેલાં હોય છે કે છોડને અને એટલો વધારે પ્રકાશ મળે જુદા જુદા પ્રકારની ગોઠવણીઓ જોવામાં આવે છે.

(૧) આંતરિત (એકાંતર, alternate) અથવા વલયાકૃતિ (સર્પિલ, spiral).



આકૃતિ ૫૭

એકાંતર (આંતરિત, સર્પિલ, વલયાકૃતિ, alternate or spiral) પર્ણવિન્યાસ—  
સીતાફળા (Anona)



આકૃતિ ૫૮

સ્વસ્તિક સંમુખ (ચતુષ્ક, opposite and decussate) પર્ણવિન્યાસ—આંકડો (Calotropis).

પ્રકાંડ ઉપર દરેક પર્વસંધી કે કાંડસંધી (node) આગળ એક or પાંચ લાગેલું હોય છે. અનેક ક્રમિક (consecutive) પર્વસંધીઓને પાંચ એવી રીતે લાગેલાં હોય છે કે પ્રકાંડનાં પર્વસંધી ગિન્દુઓ (Points of attachment of leaves on to the stem) ને જોડનાં વલયાકૃતિ (Spiral, ક્રમાન) બને છે. દા.ત. આંબો.

(૨) સંમુખસ્થ, સંમુખી (વિપરીત, opposite). પર્વસંધી આગળ સામસામા બે પર્વ લાગેલાં હોય છે.

(ક) સંમુખસ્થ અને આચ્છાદિત અથવા અધિષ્ઠિત (opposite and superposed). ક્રમિક પર્વયુગ્મો (Pairs of leaves) એકબીજાને સમાંતર હોય છે. દા.ત. મધુમાલતી.



આકૃતિ ૫૯

A. સંમુખસ્થ અથવા વિપરીત (opposite) અને આચ્છાદિત અથવા અધિષ્ઠિત (superposed) પર્વવિન્યાસ—મધુમાલતી (*Quisqualis*)

B. મંડલિન પર્વવિન્યાસ—સપ્તપર્ણી (*Alstonia*)

(ઘ) સ્વસ્થિત સંમુખ, ચતુષ્ઠ (opposite and decussate) સાથે સાથેની બે પર્વસંધી આગળ આવેલાં પર્વયુગ્મો એકબીજા સાથે કાટખૂણે ગોઠવાયેલાં હોય છે. દા.ત. આંકડો.

(૩) મંડલિત (ચક્રરદાર, whorled) એક or પર્વસંધી આગળ બેથી વધારે પર્ણ હોય છે. દા.ત. કરૈણ, સપ્તપર્ણી. (આકૃતિ ૫૬B અને ૬૦)



મંડલિત (ચક્રરદાર,  
whorled)

પર્ણવિન્યાસ—કરૈણ

આકૃતિ ૬૦

### સરલ અને સંયુક્ત પર્ણો

પર્ણદલ (lamina) આખું (entire, one-piece) હોય છે અથવા ખાંચાઓ હોય છે તે મુખ્ય શિરા સુધી પહોંચેલા હોય છે—પર્ણદલનું પર્ણિકાઓ (Leaflets)માં વિભાજન થયેલું હોય છે. જો ખાંચાઓ મુખ્ય શિરા સુધી પહોંચેલા નહિ હોય તો પર્ણને આખું જ ગણવામાં આવે છે અને એવા પ્રકારના પર્ણ (આખા પર્ણદલવળાં પર્ણો) સરલ પર્ણ (simple leaves) કહેવાય છે. દા.ત. આંબો, વડ વગેરે.

જો પર્ણદલનું પર્ણિકાઓમાં વિભાજન થયેલું હોય છે તો પર્ણને વિભાજિત પર્ણ અથવા સંયુક્ત પર્ણ એટલે કે જેમાં પર્ણિકાઓ સંયુક્ત રીતે પર્ણદલ બનાવે છે (compound leaf) કહે છે. દા.ત. ગુલાબ, શંખાસુર વગેરે.

સરલ પર્ણ (simple leaf) અને પર્ણિકા (Leaflet of a compound leaf) વચ્ચે ઓળખવાની દૃષ્ટિએ મુખ્ય તફાવત એ છે કે સરલ પર્ણની કક્ષ (Axil)માં કલિકા (Bud) હોય છે જ્યારે પર્ણિકાની કક્ષમાં કલિકા હોતી નથી.

### વિભાજિત પર્ણના પ્રકાર

(૧) પિચ્છાકૃતિ (pinnate or pinnately compound leaves) વિભાજિત પર્ણ.



આકૃતિ ૧૧

પર્ણ

- A. સરલ અને અખંડ—વડ  
 B. સરલ ખંડો (lobes) પિચ્છાકાર છે.  
 (Simple and pinnate)—દારુડી  
 (Argemone)  
 C. સરલ, ખંડો ઉસ્તાકારે ગોઠવાયલા છે—  
 દીવેલો (Castor)

પર્ણિકાઓ પર્ણદંડની મુખ્ય શિરાને આંતરિત રીતે (alternately) લાગેલી હોય છે એટલે પીંછા જેવો આકાર બને છે. દા.ત. ગરમાળો, ચુલાળ, ખાટી આમલી.



આકૃતિ ૧૨

પિચ્છાકૃતિ સમપર્ણિક વિભાજિત અથવા સંયુક્ત (paripinnately compound) પર્ણ—ખાટી આમલી (Tamarind)

૧. પર્ણતલ ૨. મધ્યશિરા  
 ૩. પર્ણિકા ૪. કક્ષીય  
 કલિકા (bud, મુકુલ)

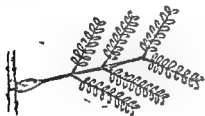
અમલાગમાં પર્યુકા એકાકી છે કે જોડમાં છે એના ઉપરથી પિચ્છાકૃતિ વિલાનિત પર્યુના બે વર્ગો છે :

(ક) સમપર્યુક (સમદલી, સમપક્ષવતે, સમપિચ્છકી, *paripinnately compound*) પણ્લિ પર્યુકાયુગ્મ હોય છે. દા ત. આમલી અને ગરમાળો.

(ઁ) વિષમપર્યુક વિષમદલી, અસમપક્ષવત ( *imparipinnately compound* ) પણ્લિ એક જ પર્યુકા હોય છે—જોડ હોતી નથી. દા ત. શુકાળ.

કેટલાક પિચ્છાકૃતિ વિલાનિત પણ્લિમાં પર્યુકાનું પણ્લિ પિચ્છાકૃતિ વિલાનન થયેલું હોય છે. આવાં પણ્લિને

(ગ) દ્વિગુણ પિચ્છાકૃતિ (દ્વિપક્ષવત *Bipinnate Leaves*) પણ્લિ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. દા.ત. શંખાસુર.



દ્વિગુણપિચ્છાકૃતિ ( *bipinnately compound* ) પણ્લિ—  
શંખાસુર ( *Caesalpinia* ).

આકૃતિ ૬૩

(૨) હસ્તાકૃતિ વિલાનિત પણ્લિ ( *Palmately compound leaves* ).

આવાં પણ્લિમાં હથેલીને લાગેલી આંગળીઓની જેમ પર્યુકાઓ એક જ જગ્યાએ લાગેલી હોય છે.

પર્યુકાની સંખ્યા ઉપરથી આવાં પણ્લિને

(ક) દ્વિપર્યુક ( *bifoliate* ), દા ત. હિંગોરી ( *Balanites* ).

(ઁ) ત્રિપર્યુક ( *trifoliate* ), દા.ત. ખીંચી.

(ગ) ચતુષ્પર્યુક ( *quadrifoliate* ) દા ત. મામીસિયા.



(ઘ) પંચપર્ણિક (pentafoliate), દા.ત. તનમની. (Gynandropsis) વગેરે સંજાઓ આપવામાં આવે છે. વધારે પર્ણિકાઓ હોય તો બહુપર્ણિક (Multifoliate) કહેવાય છે. દા.ત. શીમળો.



આકૃતિ ૬૪

બહુપર્ણિક સંયુક્ત (multifoliate or multifoliate)

પર્ણ — શીમળો  
(Bombax).



આકૃતિ ૬૫

સંયુક્ત અથવા વિભાજિત (compound) પર્ણ.

- A. એકપર્ણિક (unifoliate or unifoliate) — લોખંધ
- B. ત્રિપર્ણિક (trifoliate or trifoliate) — ખીંચી (Aegle)
- C. ચતુષ્પર્ણિક (quadrifoliate or quadrifoliate) — માસીલિયા (Marsilea).

ફેટલાક દાખલાઓમાં પર્ણવૃન્ત અને પર્ણદલ વચ્ચે સાંધો (joint) હોય છે. એ જાનાવે છે કે વિકાસ દરમિયાન આ સ્થળે એકથી વધારે પર્ણિકાઓ હતી પણ આખરે એક જ પર્ણિકા રહી છે. આવાં પર્ણ -

આવાં રસુ દીણાં અને રસુ દેતાં નથી પણ પાનળો અને મળખૂન કે  
વ્યાં અને વા.દર (માંસક) હોય છે અને એમનું મુખ્ય કાર્ય કલિકાનું  
રસુ કરવું હોય છે. ઘા. રસકસ.

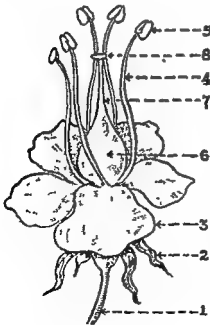
(૪) પર્ણકુશ (ઘટપણી, Pitcher). માંસભક્ષી કેટલીક  
વનસ્પતિનાં પાન કળસ જેવાં અથવા દોથળા જેવાં હોય છે. એમાં જવગ્નું  
કે નાનાં પક્ષીઓ પડે છે તો તેઓ એ વનસ્પતિનો ભક્ષ્ય બની જાય છે.

#### (૫) પર્ણકૂટ (Leaf trap)

કેટલીક માંસભક્ષી વનસ્પતિઓનાં પર્ણની રચના જડકાં (Trap)  
જેવી હોય છે. એવાં પર્ણ ઉપર જવગ્નું બેસે છે તો સપકાર્થ જાય છે અને  
વનસ્પતિનો ભક્ષ્ય બને છે.

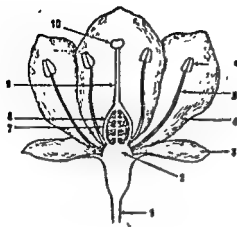
## પુષ્પ

વનસ્પતિનો સૌથી વધારે જાણીતો અને લોકપ્રિય ભાગ ફૂલ (પુષ્પ) જ છે એમાં શંકા નથી. આગાસદૃઢ સૌને પુષ્પ પ્રિય લાગે છે અને કુદરતની રૂપાથી ગરીબ કે તલગર એમ સૌ કોઈ પુષ્પની મજા માણી શકે એવી જૂટધી એ મળી શકે છે. કુદરતમાં પુષ્પનું સ્થાન ખાલી શોભા આપવા માટે નથી. પુષ્પ એ વનસ્પતિનું અતિ મહત્વનું અંગ છે. એનું મુખ્ય કાર્ય તો પ્રજનન છે. તાત્વિક રીતે જોઈએ તો પુષ્પ એ પ્રજનન કાર્ય માટે અનુરૂપ થયેલો પ્રરોહ (shoot adapted for reproduction) જ છે આ દૃષ્ટિએ પુષ્પના જુદા જુદા ભાગો રૂપાંતરિત પર્ણો છે.



### પુષ્પના ભાગો

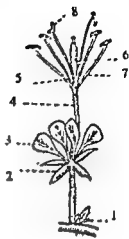
1. વૃન્ત (Stalk),
  2. વજ્રપર્ણ (બાહ્યદલ, Sepal),
  3. પુષ્પદલ (Petal),
  4. પુંકેસર (Stamen),
  5. પરાશકોષ (Anther),
  6. બીજકાશય (અંડાશય, Ovary),
  7. સ્ત્રીકેસરનલિકા (વર્તિકા, Style),
  8. સ્ત્રીકેસરાગ્ર (વર્તિકાગ્ર Stigma), (6, 7, 8 મળીને સ્ત્રીકેસર (અંડપ, Carpel) કહેવાય છે.
- આકૃતિ ૧૮ જુઓ



આકૃતિ ૬૮

પુષ્પનો જિભો છે

૧. પુષ્પવૃન્ત (Pedicel)
૨. પુષ્પાસન (Thalamus)
૩. વજ્રપત્ર
૪. પુષ્પદલ
૫. પુંકેસરદાંડી અથવા પુંકેસરવૃન્ત (Filament)
૬. પરાગકોષ (૫ અને ૬ મળીને પુંકેસર કહેવાય છે.)
૭. ખીજકાશય (અંડાશય)
૮. ખીજક (ખીજાંડ, Ovule)
૯. સ્ત્રીકેસરનલિકા
૧૦. સ્ત્રીકેસરાગ્ર (૭, ૮, ૯ અને ૧૦ મળીને સ્ત્રીકેસર કહેવાય છે.) આકૃતિ ૬૭ સાથે સરખાવો.



આકૃતિ ૬૯

તનમની

(Gynandropsis)

૧. સહપત્ર (Bract)
૨. વજ્ર (Calyx)
૩. પુષ્પદલ
૪. આવશ્યક મંડલો (Whorls)ને જિએ લઈ જતી અક્ષ
૫. ખીજકાશય (Ovary)ને જિયકતી અક્ષ
૬. પુંકેસર
૭. ખીજકાશય
૮. પરાગકોષ.

ઉત્ક્રાંતિક્રમમાં પુષ્પધારી, વનસ્પતિઓ (Flowering plants or Phanerogams) અપુષ્પી (Cryptogamic) વનસ્પતિઓ કરતા ઉચ્ચ સ્થાને છે એટલે કે પુષ્પધારી અવસ્થા અપુષ્પી અવસ્થામાંથી ઉત્ક્રાંતિ પામી છે.

ભાગોની રચનાના હિસાબે પુષ્પો ઘણી ભતનાં હોય છે પણ સામાન્ય રીતે પુષ્પનાં ચાર ભતનાં ઉપાગો હોય છે. દરેક ભતનાં ઉપાંગ મંડલાકારે (whorled or forming whorls) ગોઠવાયેલાં હોય છે અને બહારથી અંદરના ક્રમે નીચે પ્રમાણે ગોઠવણી હોય છે :

૧. વજૂ (Calyx-ગ્રાહ્યદલપુંજ) એ સૌથી બહારનું મંડલ (Whorl) છે અને એના દરેક એકમ વજૂદલ (વજૂપર્ણ Sepal) કહેવાય છે. એનું કાર્ય અંદરના ભાગોનું રક્ષણ (ખાસ કરીને ફલિકાવસ્થામાં) કરવાનું છે. સામાન્ય રીતે વજૂપર્ણ લીલા રંગનાં હોય છે.

વજૂપર્ણો છટાં છે કે એકબીજા સાથે જોડાયેલાં છે એ મુદ્દા ઉપર વજૂપર્ણોને ભુદી ભુદી સંજ્ઞાઓ આપવામાં આવી છે.

(ક) પૃથક્વજૂ (પૃથક્ગ્રાહ્યદલીય, polysepalous Calyx) વજૂપર્ણો છટાં હોય છે. દા.ત. સીતાફળી.

(લ) યુક્તવજૂ (gamosepalous Calyx) વજૂપર્ણો એકબીજા જોડે જોડાયેલાં હોય છે અને ફેટલીકવાર આવા જોડાયેલી નળા જેવા આકાર થાય છે. દા.ત. ધંતુરો.

ફેટલીકવાર વજૂની બહારની બાજુએ ઝીણી ઝીણી પાંખડી જેવા ભાગો હોય છે. આવી રીતે બનતી રચનાને તોરણ (Corona) કહે છે. દા.ત. કરેણ.

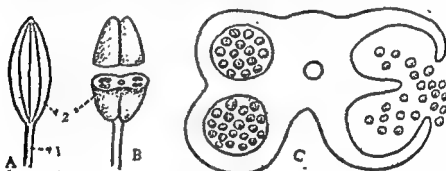
૨. પુષ્પમુકુટ, ફૂલમણિ (દલપુંજ, Corolla)

સામાન્ય રીતે આ મંડલ જ જે તે પુષ્પને એની વિશિષ્ટતા આપે છે. પુષ્પનો વિચાર કરતાં સામાન્ય માણેસ આ ભાગનો જ વિચાર કરે છે. એના એકમોને પાંખડી કહે છે. એ એકમોનું શાસ્ત્રીય નામ પુષ્પદલ (Petal) આપી શકાય. પુષ્પદલો જો છટાં હોય તો ફૂલમણિને (ક) પૃથક્દલ (polypetalous) દા.ત. ગુલાબ અને જોડાયેલા હોય તો (લ) યુક્તદલ (gamopetalous) કહી શકાય. દા.ત. ધંતુરો.

ફલમણિ ભાતજાતના રંગનાં અને વિવિધ આકારના હોય છે. ફલમણિનું મુખ્ય કાર્ય કીટકોને આકર્ષી તેમના દ્વારા પરાગનયન કરાવવાનું છે. જે વનરૂપતિઓમાં પવન દ્વારા પરાગનયન થાય છે તે સિવાયની બીજીઓમાં સામાન્ય રીતે ફલમણિ આકર્ષક રંગ અથવા સુવાસ અથવા બંને ધરાવે છે અને આ જ કારણે જનસમુદાયમાં પૃષ્ઠ અને ફલમણિ એ એકબીજાના પર્યાય છે.

### ૩. પુંકેસરમંડળ (પુમંગ, Androecium)

પુષ્પરચનામાં ત્રીજું મંડળ પુંકેસર (Stamens)નું છે. પુંકેસર ઢાંડી અથવા વૃન્ત (Stalk) અને પરાગકોષ અથવા પરાગસપુટ (Anther)ને બનેલો છે. પરાગસપુટમાં પરાગ (Pollen) હોય છે. પરાગકણ (Pollen grain)માંથી પુલિંગકોષ (Male gamete or Male sexual cell) બને છે.



આકૃતિ ૭૦

પુંકેસરની રચના

A. પુંકેસર, B. પરાગકોષને છેદ, C. પરિપક્વ પરાગકોષની આરપાર મૂકેલો છેદ—પરાગકણો નીકળતા દેખાય છે.

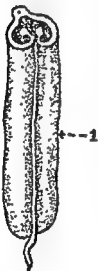
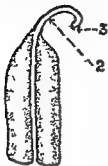
૧. પુંકેસરવૃન્ત (ઢાંડી, Filament)

૨. પરાગકોષ (પરાગસપુટ).

### ૪. સ્ત્રીકેસર મંડળ (બયાંગ, Gynaecium).

જે પુષ્પનું સૌથી અંદરનું મંડળ છે. જે મંડળ એક અથવા વધારે એકમોનું બનેલું છે અને જે એકમો સ્ત્રીકેસર (કિન્દલ, અંડપ, Carpel)

નામથી ઓળખાય છે. ઝીંકાશય (અંડાશય, Ovary), ઝીંકેસર-  
નલિકા (વર્તિકા, Style) અને ઝીંકેસરામ (વર્તિકામ, Stigma)



એ ઝીંકેસરા નામો છે. ઝીંકાશયમાં બીજક  
(આદિબીજ, ઝીંકાંડ, Ovule) હોય છે. બીજ-  
કમાંના ઝીંકિંગકોષ (Female-gamete  
અને Female sex cell) સાથે સંયોગ થતાં  
ફલીકરણ (Fertilization) થાય છે અને  
બીજ (Seed) વિકાસ પામે છે. ઝીંકેસરામ  
ઉપર પડતા પરાગકણો એની સપાટી ઉપર ચોંટી  
જાય છે અને પછી એમનું અંકુરણ થાય છે.  
અંકુરણને લીધે, વિકસતી પરાગનલિકા (Pol-  
len tube) ઝીંકેસરનલિકા દ્વારા બીજકમાં  
પહોંચે છે. પરાગનલિકામાંથી પુલિંગકોષ બહાર  
નીકળે છે અને ઝીંકિંગકોષ સાથે સંયોગ પામે છે.

ઝીંકેસરની સંખ્યા અને એ એકબીજાથી  
છૂટાં છે કે જોડાયેલાં એ મુદ્દા ઉપર ઝીંકેસરમંડલને  
જુદી-જુદી સંખ્યાઓ આપવામાં આવે છે.

(ક) એકઝીંકેસરી (એકાંડપી, mono-  
carpellary)

(લ) અનેકઝીંકેસરી (પૃથકઅંડપી, poly-  
carpellary)

આકૃતિ ૭૧

વટાણાનું ઝીંકેસર-  
મંડળ અથવા જન્યાંગ  
(Gynaecium).

૧. વચ્ચે કાપ મૂકેલું

બીજકાશય

(અંડાશય),

૨. ઝીંકેસરનલિકા,

૩. ઝીંકેસરામ.

(૧) પૃથકઝીંકેસરી (વિદુક્તાંડપી,  
apocarpous)

(૨) યુક્તઝીંકેસરી (યુક્તાંડપી,  
syncarpous)

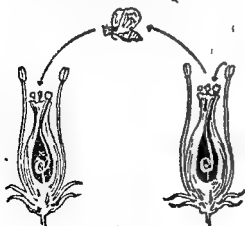
ઉપર વર્ણવેલાં ચારે મંડલોવાળું પુષ્પ સંપૂર્ણ  
(complete) કહેવાય છે જ્યારે એકાદ મંડળ  
ખૂટતું હોય તો પુષ્પને અસંપૂર્ણ (incomplete)  
કહે છે.

પુંકેસરમંડલ અને સ્ત્રીકેસરમંડલ એ અવશ્યક મંડલો (essential whorls) તરીકે ઓળખાય છે કારણ કે પુષ્પનું શુષ્કાકાર્ય પ્રગટનનું છે અને પુલિંગકોષ અને સ્ત્રીલિંગકોષ આ મંડલોમાં ઉદ્ભવે છે. વગ્ન અને ફલમણિ અનાવશ્યક (non-essential) મંડલો કહેવાય છે.

પુંકેસરમંડલ અને સ્ત્રીકેસરમંડલ બંને જેમાં હોય એવા પુષ્પને દ્વિલિંગી (bisexual or hermaphrodite) કહે છે જ્યારે બેમાંથી એક જ મંડલવાળા પુષ્પને એકલિંગી (unisexual) કહે છે. એકલિંગી પુષ્પોમાં સ્ત્રીકેસરમંડલયુક્ત પુષ્પો સ્ત્રીકેસરી (pistillate) અને પુંકેસરમંડલયુક્ત પુષ્પો પુંકેસરી (staminate) કહેવાય છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં સ્ત્રીકેસરી અને પુંકેસરી પુષ્પો એક જ છોડ ઉપર થાય છે. આવી વનસ્પતિઓ એકશૃદ્ધી (ઉલ્લેખ-લિંગાશ્રયી, monoecious—જાને જાતિઓ—Sexes એક જ શૃદ્ધ—છોડ—માં છે એ અર્થમાં) અને જે વનસ્પતિઓમાં પુંકેસરી અને સ્ત્રીકેસરી પુષ્પો જુદા જુદા છોડ ઉપર થાય છે તેમને દ્વિશૃદ્ધી (એકલિંગાશ્રયી, dioecious જેમાં બંને જાતિઓ—Sexes—જુદા જુદા શૃદ્ધ—છોડ—માં છે) અથવા પૃથક્કશૃદ્ધી કહે છે.

પરાગનયન (Pollination—પરાગસિંચન, પરાગણું)

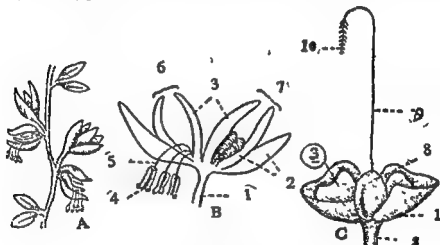
બીજકમાંથી બીજ જાંઘાવા માટે પુલિંગકોષ અને સ્ત્રીલિંગકોષને સંયોગ આવશ્યક છે. એનો અર્થ એ થયો કે પુંકેસરમાંથી પરાગકણો તે જ ફલના કે તે જ જાતિના બીજ ફલના સ્ત્રીકેસરામાં સુધી પહોંચવા જોઈએ.



પરાગણું (પરાગનયન, પરાગસિંચન, Pollination) અહીં મધ્યસ્થ (Agent) તરીકે કીટ (Insect) જતાવેલું છે.



પરાગકણોને સ્ત્રીકેસરામ સુધી પહોંચાડવાની ક્રિયાને પરાગનયન (Pollination) કહે છે. દેહલીક જાતિઓમાં પરાગકણો બહુ હલકા અને મોટી સંખ્યામાં હોય છે. આવી જાતિઓમાં પરાગનયન પવન દ્વારા થાય છે એટલે આવી જાતિઓ પવનપરાગિત (વાયુપરાગિત, wind pollinated) કહેવાય છે. ઘણી જાતિઓમાં પરાગનયન કીટકો (Insect) દ્વારા થાય છે. આવી જાતિઓ કીટકપરાગિત (insect pollinated) કહેવાય છે. પવન અને કીટક સિવાય પક્ષીઓ વગેરે પણ મધ્યસ્થી (Agent) તરીકે કામ કરે છે.

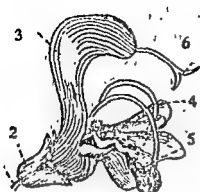


આકૃતિ ૭૩

મકાઈનાં પુષ્પો

- A. પુકેસરી મંજરી (Inflorescence) નો ભાગ,  
 B. પુંકેસરી (staminate) પુષ્પો,  
 C. સ્ત્રીકેસરી (pistillate) પુષ્પો.

1. ૧-૧, 2. સહપત્રો, 3. પુષ્પી સહપત્ર (flowering bracts), 4. પરાગકોષ, 5. પુકેસરજન્દ, 6. પરિપક્વ પુકેસરી, પુષ્પ 7. અશુષ્પીલ્ય પુષ્પ, 8. અંડાશય, 9. સ્ત્રીકેસરનલિકા (વર્તિક્ષ), 10. પિચ્છસદૃશ (feathery). સ્ત્રીકેસરગમ. (આ પુષ્પોમાં વજ (Calyx) અને પુષ્પમુકુટ (Corolla) હોતાં નથી; આવશ્યક ભાગોનું રક્ષણ સહપત્રોથી થાય છે.)



આકૃતિ ૭૪

કીટપરાગણ (Insect  
pollination)

1. ફળ, 2. વણ, 3. પુષ્પ-  
મુકુટ, 4. પુંકેસર, 5. પરાગકોષ,  
6. સ્ત્રીકેસરાગ્ર.

જ્યારે મધમાખી પુષ્પમાંથી મધ  
ચૂસવા પ્રવેશે છે ત્યારે પુંકેસરની ચલી  
તરફ વળીને મધમાખીની પીડને લાગે  
છે જેથી પીડ પરાગકોષોથી ઢવાઈ  
જાય છે. આવી પીડના સંસર્ગમાં  
સ્ત્રીકેસરાગ્ર આવવાથી પરાગણ  
(પરાગનયન) થાય છે,

પરાગનયન કરતો કીટક કે પક્ષી જેવો મધ્યસ્થી કંઈ પરોપકારી વૃત્તિથી  
પ્રેરાઈને પરાગનયન કરતો નથી. એ તો ફલમાંથી ખોરાક માટે પરાગ અથવા  
મધ લેવા આવે છે અને એવાં પુષ્પની રચના જ એવી હોય છે કે પોતાનો  
અર્થ સાધી ફલને છોડતી વખતે મધ્યસ્થીને સરીરે પરાગકોષો ચોંટી જાય છે  
અને જ્યારે મધ્યસ્થી એ જ કામે ખોજ ફલ ઉપર જાય છે ત્યારે તે ફીળ  
ફલના સ્ત્રીકેસરાગ્ર ઉપર આ પરાગકોષો પડે છે. આમ મધ્યસ્થીની જાય,  
છેલ્લા કે કૃપા વિના જ પરાગનયન થાય છે. મનુષ્યમાં વિવેકબુદ્ધિ (Power  
of reasoning) સારી રીતે ખાસેલી હોઈ મનુષ્ય ઘણી વાર સચ્ચાન રીતે  
પરાગનયન માટે મધ્યસ્થી બને છે. હંજીરો વર્ષ જૂનાં ઍસીરિયન ખંડેરોમાં  
પણ ખજૂરી (Date Palm)ના પુષ્પોમાં પરાગનયન કરતા માનવીની  
મૂર્તિઓ મળી છે.

કીટક કે પક્ષી પરાગિત પુષ્પોની રચના, એની ઉત્ક્રાંતિ અને પુષ્પ તથા  
મધ્યસ્થીનો સંબંધ એ બહુ રસિક વિષય છે અને એ વિષયમાં ઘણું લખાયું છે.

પવનપરાગિત જાતિઓનાં ફૂલો સામાન્ય રીતે નાનાં અને ખાસ ધ્યાન  
મહિ ખેંચાય એવાં હોય છે અને એમનામાં પુષ્કળ પ્રમાણમાં પરાગ થાય છે.  
તુણવર્ગ (Grasses)ની વનરૂપતિઓમાં સામાન્ય રીતે પરાગનયન આ રીતે  
થાય છે.

મેંડે લાગે કુદરતમાં એવી ગોઠવણ હોય છે કે એક એક છોડનાં ફૂલમાં

તે જ છોડના પરાગથી ફલીકરણ (ફલન, Fertilization) થતું નથી. જો કે ઘણી જાતિઓમાં સ્વપરાગસિયન (self pollination, સ્વપરાગનયન) પણ થાય છે.

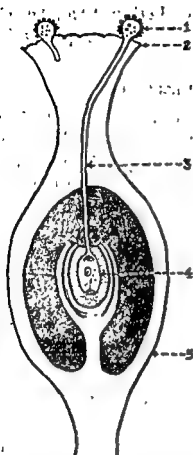
**બીજધારણ (ફલીકરણ, ફલન, Fertilization)**

જાતિસાતત્ય (Continuity of Species) માટે સિંગી પ્રજનન એ એક રસ્તો છે. સિંગી પ્રજનનમાં પુલિંગીકોષ અને ઓલિંગીકોષનો સંયોગ થાય છે. આ ક્રિયાને ફલન (Fertilization) કહે છે. પુલિંગ કોષ વડે ફલિત (fertilized) થયા પછી ઓલિંગકોષ ફલિતકોષ (Zygote) કહેવાય છે અને ફલિતકોષનો વિકાસ થઈ ભ્રૂણ અથવા ગર્ભ (Embryo) બને છે. સપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં આ ભ્રૂણ બીજક (Ovule)માં બંધાય છે. એટલે કે ફલન થયા પછી બીજક બીજ (Seed) બને છે.

ફલનની ક્રિયા આપણે વિગતવાર જોઈએ બીજશય (Ovary)માં એક કે વધારે બીજકો (Ovules) હોય છે. બીજકની રચનામાં મધ્યમાં ગર્ભકોષ (Embryo Sac Cell, બ્રુણકોષ) હોય છે. શરૂઆતમાં ગર્ભકોષમાં એક જ કોષકેન્દ્ર હોય છે પણ પછીથી એનું ત્રણ વાર વિભાજન થઈ આઠ કોષકેન્દ્રો થાય છે; પણ એ કોષકેન્દ્રો મૂળકોષમાં જ રહે છે, એટલે કે એમની વચ્ચે કોષકવચ (Cell Walls) બંધાતી નથી—આમ ૮ કોષકેન્દ્રવાળો ગર્ભકોષ તૈયાર થાય છે.

ગર્ભકોષની આલુઆલુ પરિપુષ્ક (Nucellus બીજદેહ, બીજાંડા) હોય છે. આ પરિપુષ્ક ઉપર બે આવરણો હોય છે—અંતરાવરણ (Integumentum internum) અને બાહ્યવરણ (Integumentum externum). આ આવરણો પરિપુષ્કને પૂરેપૂરું ઢાકી દેતા નથી પણ પરિપુષ્કનો થોડો ભાગ અનારબદ્ધિત રહે છે. આ ભાગને બીજરન્ધ્ર (બીજાંડદાર, Micropyle) કહે છે (કારણ કે બીજાંડુરણ વખતે આ જગ્યાએથી આદિમૂળ બહાર આવે છે)

સ્ત્રીકેસનમાં ઉપર પડેલા પરાગકણ અંકુરિત થાય છે અને એ રીતે બનેલી પરાગનલિકા સ્ત્રીકેસરનલિકામાં બીજશય તરફ આગળ વધે છે. બીજશયમાં એક કે વધારે બીજકો હોય છે તે આપણે આગળ નોંધ્યું છે. પરાગનલિકા આગળ વધતી બીજકમાં બીજરન્ધ્ર દ્વારા પ્રવેશે છે, આ દરમિયાન પરાગનલિકામાં બે કોષકેન્દ્રો તૈયાર થયા હોય છે.



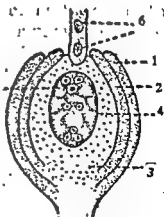
બીજાંડ (બીજક, Ovule) ની રચના

1. સ્તંભસરાગ્ર ઉપર અંકુરણ પામતા પરાગકણો,
2. સ્તંભસરાગ્ર,
3. પરાગનલિકા (Pollen tube),
4. બીજાંડ (બીજક),
5. અંડાશય (બીજકાશય), લિની અથવા અંડાશયની દીવાલ કે આવરણ (Wall of the ovary).

આકૃતિ ૭૫

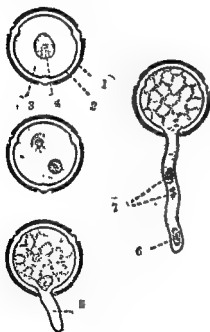
નિષેચન (Fertilisation) સમયે બીજક (Ovule) કેવું દેખાય છે તે.

1. બાહ્ય બીજકાવરણ (Integumentum externum), 2. અંતઃબીજકાવરણ (Integumentum internum), 3. બીજકદેહ (બીજકાશય, Nucellus). 4. ભ્રૂણકોષ (ભ્રૂણધાની, Embryo Sac), 5. અંડકોષ (Egg cell), 6. પુમણુકોષો (Sperm cells), જેઓ પરાગનલિકાના અમ્લભાગમાં દેખાય છે.



આકૃતિ ૭૬

હવે પાછા આપણે ગર્ભકોષની રચના વધારે વિગતવાર જોઈએ. ગર્ભકોષમાં આઠ કોષકેન્દ્ર બનેલાં હોય છે તે આપણે ઉપર જોયું. આ આઠ કોષકેન્દ્રો હવે અમુક ચોક્કસ રીતે ગોઠવાય છે. એમાંનાં ત્રણ ગર્ભકોષના બીજરન્ધ્ર તરફના છેડા તરફ ગોઠવાય છે; એ ત્રણમાંથી એક ઓલિંગકોષ બને છે અને બાકીના બે સહાયક કોષ (Help cells; Synergides). સામેને છેડે (જેને અંગ્રેજીમાં Antipodal End કહે છે) ત્રણ કેન્દ્રો ગોઠવાય છે. એમને પ્રતિધ્રુવકોષો (પ્રતિધ્રુવ કોષિકા, Antipodal Cells) કહે છે. બાકી રહેલાં બે કેન્દ્રો ગર્ભકોષની વચ્ચે રહે છે અને એકબીજા સાથે સંયોગ પામી ગૌણકેન્દ્ર (Secondary Nucleus) બનાવે છે.



આકૃતિ ૭૭

### પરાગકણ અંકુરણ (Pollen germination)

- I, 2. પરાગકણકવચ,
3. કોષદ્રવ્ય,
4. કોષકેન્દ્રક,
5. પરાગનલિકા,
6. નલિકાકેન્દ્રક (Tube Nucleus),
7. પુમણુકેન્દ્રકો (Sperm Nuclei) કોષકેન્દ્રકનું વિભાજન થઈને બનેલાં બે કેન્દ્રકોમાંનું એક એ દરમિયાન બનેલી પરાગનલિકામાં વિભાજન પામી તેમાંથી બે પુમણુ કેન્દ્રકો બને છે.

પરાગનલિકા ગર્ભકોષમાં પ્રવેશી ફાટ છે અને એમાં તૈયાર થયેલા બે કોષકેન્દ્રકોમાંનું એક પુલિંગ કોષ તરીકે ઓલિંગ કોષ સાથે સંયોગ પામે છે. સહાયક કોષોનું વિઘટન (Disorganization) થાય છે અને એ રીતે બનેલું પ્રવાહી આ સંયોગક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે, (આ કારણે જ સહાયક કોષોને

એમનું નામ અપાયું છે.) સહાયક કોષો અને સ્ત્રીલિંગકોષની ત્રિપુટીને અંડસાધન અથવા અંડપરિવાર (અન્ડસમુચ્ચય, Egg-Apparatus) કહે છે. પરાગનલિકાના ઉપરોક્ત કોષકેન્દ્રને જનનકોષકેન્દ્ર (Generative Nucleus) પણ કહે છે. પરાગનલિકાનું બીજું કેન્દ્ર ગોણુકેન્દ્ર સાથે સંયોગ પામે છે અને એ રીતે ત્રણ (ગર્ભકોષમાંના બે અને પરાગનલિકામાંથી એક) કોષોના સંયોગથી જે કેન્દ્ર તૈયાર થાય છે તેને પુષ્કકેન્દ્ર (Endosperm Nucleus) કહે છે કારણ કે તેમાંથી બીજનું પુષ્ક (Endosperm) તૈયાર થાય છે. પુષ્કકેન્દ્ર ત્રણ કોષકેન્દ્રોના સંયોગથી થાય છે એ વાત ધ્યાનમાં રાખવી નેહિએ.

આ રીતે આપણે જોયું કે ફલન ક્રિયામાં પરાગનલિકામાંનાં બે કોષકેન્દ્રોના સ્ત્રીલિંગકોષ અને ગોણુકેન્દ્ર સાથે સંયોગ થાય છે. આ આખી ક્રિયા દ્વિફલન (Double Fertilization) ના નામથી ઓળખાય છે.

પુલિંગકોષ અને સ્ત્રીલિંગકોષના સંયોગથી ફલિતકોષ. (Zygote) તૈયાર થાય છે અને આ ફલિતકોષ વૃદ્ધિ (Growth) અને વિકાસ (Development) પામી એમાંથી ભ્રૂણ (Embryo) થાય છે. ભ્રૂણવાળું બીજક બીજ કહેવાય છે.

બીજધારણની ક્રિયાને ફલ બંધાવા સાથે સંબંધ છે. બીજમાંથી કેટલાક સ્ત્રાવ નીકળે છે જે બીજશયને ઉતેજિત કરે છે અને એથી બીજશય વૃદ્ધિ-વિકાસ પામે છે અને એ રીતે પરિપક્વ થયેલું બીજશય તે ફલ (Fruit).

બીજમાંનો ભ્રૂણ કેટલોક સમય સુષુપ્ત અવસ્થામાં રહે છે અને યોગ્ય સમય અને તક મળતાં તે ક્રિયાશીલ થઈ વધે છે. આમ થયું તેને બીજાંકુરણ (Germination of seed) કહે છે. આ રીતે બીજમાંથી નવી પેઢી (Generation) નો છોડ થાય છે.

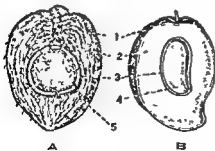
## પ્રકરણ ૧૧

### ફલ અને બીજ

પુષ્પવાળા પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે ફલન થયા પછી બીજકમાંથી બીજ બને છે અને બીજશયનું ફલમાં રૂપાંતર થાય છે. હવે આપણે ફલ અને બીજના વિવિધ પ્રકારો જોઈએ.

ફલની ઉત્પત્તિથી અનલિત લોકોના મનમાં ફળ વિશેનો ખ્યાલ જરા જુદો હોય છે. એમને મન ફળ એટલે રસાળ અને માવાદાર અને સામાન્ય રીતે સ્વાદે મીઠી એવી વનસ્પતિ ઉપર થતી ચીજો. એ રીતે આવા લોકો કેળાં, કેરી, નારંગી, દ્રાક્ષ, નાળાંચેર, પાંચેયુ વગેરેને જ ફળ તરીકે ઓળખે છે. શાસ્ત્રીય રીતે વિચારીએ તો કોઈ પણ વનસ્પતિના ફલના પરિપક્વ બીજશયને ‘ફળ’ કહેવાય. આ રીતે એલચી, ધાણા, જીરું, મરી વગેરે મસાલાની ચીજો અને કારેલાં, દુધી, પાપડી, પરવળ, ટામેટાં વગેરે શાકભાજી તેમજ ઘઉં, ડાંગર, જુવાર, બાજરી, જવ વગેરે ધાન્ય ફળના જ પ્રકારો છે.

ફળની રચનાનો સામાન્ય નકશો (General Plan of the Structure of Fruit).



આકૃતિ ૭૮

ફલરચના

A. નાળિયેર, B. કેરી, બંનેના બીજો છેલ્લો બતાવાયા છે.

1. બાહ્યફલાવરણ (Epicarp)
2. મધ્યફલાવરણ (Mesocarp)
3. અંતઃફલાવરણ (Endocarp)
4. બીજ
5. અણુપોષક (Endosperm).

બીજશયની દિવાલ અથવા આવરણ (Ovary Wall) ફલાવરણ (ફલલિત્તિ, Pericarp) બને છે અને અંદર એક કે અનેક બીજ હોય છે. ફલાવરણ સામાન્ય રીતે ત્રણ પડ—સ્તર—નું બનેલું હોય છે. બહારનો સ્તર

બાહ્યસ્તર (બાહ્યકવચ, બાહ્યફલલિપ્તિ, Epicarp), તદ્વન અંદરનો સ્તર અંતરસ્તર (અંતરકવચ, અંતઃ-ફલલિપ્તિ, Endocarp), અને વચ્ચેનો સ્તર મધ્યસ્તર (મધ્યકવચ, મધ્યફલલિપ્તિ, Mesocarp). જેરીનો દાખલો લઈએ તો ગોટલી એ બીજ છે; કડચુ ગોટલો ફલાવરણનો અંતરસ્તર છે, છાલ બાહ્યસ્તર છે અને અંદરનો ગર જે આપણે કાપીને અથવા ચુસીને ખાઈએ છીએ તે ફલાવરણનો મધ્યસ્તર છે.

ફળનું કાર્ય (Function). અંદરના બીજનું રક્ષણ અને બીજના વિકિરણ (પ્રકીર્ણન, પરિક્ષેપણ, Dispersal)માં મદદરૂપ થવું એ ફળનું મુખ્ય કાર્ય છે.

ફળોનું વર્ગીકરણ (Classification of Fruits). ફળોનું સરળ વર્ગીકરણ આ પ્રમાણે કરી શકાય : (આકૃતિઓ ૭૮, ૭૮ A ૭૮ B, ૭૮ C, ૭૯)

૧. રસાલ (રસાળ, રસદાર, સરસ (સ-રસ) અથવા માવાદાર, પીવર, succulent, fleshy).

દા.ત. જેરી, કેળાં, પપૈયું, નારંગી, સફરજન, ફાલસાં, જાંબુ, જામફળ વગેરે.

૨. શુષ્ક (સૂકાં, dry).

દા.ત. કઢોળ વર્ગની કેટલીક સીંગો, નાળાએર, ધાન્ય-ઘઉં, ડાંગર, બાજરી વગેરેના દાણા.

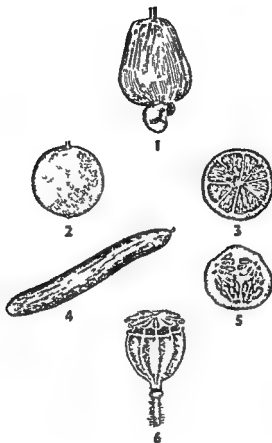
શુષ્ક વર્ગના બે ઉપવર્ગો :

(ક) સ્ફોટનશીલ (સ્ફોટી, dehiscent) જે શુષ્ક ફળ જાતે—કુદરતી રીતે—ફાટે છે અને એ રીતે અંદરનાં બીજ બહાર આવે છે. દા.ત. ખસખસનો ડોંગે, કપાસનું જીંડવું, દીવેલીનાં જીંડવાં, ભીંડાની સીંગ વગેરે.

(ઘ) અસ્ફોટનશીલ (અસ્ફોટી, indehiscent) જે ફળો જાતે ફાટતાં નથી. દા.ત. ધાન્યો, નાળાએર, ગરમાળાની સીંગ.

વર્ગીકરણ કરતી વખતે ધ્યાનમાં રાખવું કે ફળ પરિપક્વ (mature)

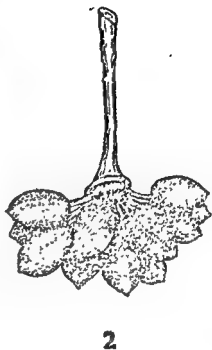
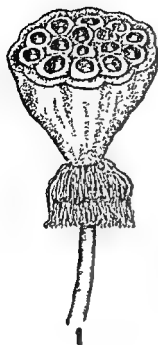




આકૃતિ ૭૮ A

ફળો

1. કાજુ ( Cashew nut )
2. નારંગી ( Orange )
3. નારંગીનો આડો છેદ
4. કાકડી ( Cucumber )
5. કાકડીનો આડો છેદ
6. પોપ્પીકોડો ( Poppy capsule )



આકૃતિ ૭૮ B

ફળો

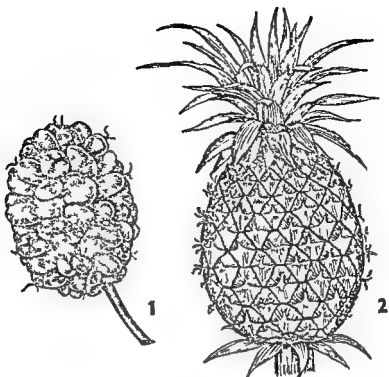
1. કમળકાકડી (કમળ), ( *Nelumbo* નું ફળ )
2. આસોપાલવ ( *Polyalthia* ) નું પુંઝફલ.

ધ્યાપછી એને જે તે વર્ગમાં મૂકવામાં આવે છે અને રસાલ કે શુષ્ક વર્ગનું છે એ ફળના ફલાવરણ ( *Pericarp* ) ઉપરથી નક્કી કરવામાં આવે છે.

ફળોનું વર્ગીકરણ ખીણ રીતે પણ કરવામાં આવે છે. ફળમાં કેટલાં બીજશયો ( *Ovaries* ) સમાયેલાં છે એટલે કે એ એક કે વધારે બીજશયો અથવા અંડપો ( બીજક પત્રો *Carpels* ) નું બનેલું છે એ મુદ્દા ઉપર ફળોના ત્રણ વર્ગ પાડવામાં આવ્યા છે :—

( ૧ ) એકલ ફળો ( *Simple Fruits* ).

એકાંડપી ( *Simple Ovary* ) કે સંયુક્ત બીજશયમાંથી એક જ પુષ્પમાંથી બનેલાં ફળો દા.ત. મકાઈના દાણા ( જે ખરેખર ફળ છે ), કાબુ, કદોળ વર્ગની સોંગી, લોંઘા, પોસદોડા, બોર, કેરી, નારંગી વગેરે.



આકૃતિ ૭૮ C

ફળો

૧. શેતૂર (Mulberry), ૨. અનેનાસ (Pineapple)



ફેલોનાક સ્ફુટનશીલ  
ફળો

૧ વટાણાની સોંગ

૨ ડીબીસ્કસ

૩ ખાસમ

આકૃતિ ૭૯

## (૨) પુંજ ફળો (Aggregate Fruits).

એક જ ફલના પૃથક્કીકારી (વિયુક્તાંડપી) સ્ત્રીકેસરમંડળ અથવા બીજાં (Apocarpous Pistil) માંથી બનેલા ફળને પુંજફલ કહે છે. દા.ત. સીતાફળ, કમળનું પુંજફળ, ગોરવેલ વગેરે.

## (૩) સંઘનિત ફળો (Composite Fruits).

મંજરી (પુષ્પકમ, Inflorescence) માંના ઘણાં ફલોનાં બીજ-શયોમાંથી બનેલાં ફળો આ વર્ગમાં મૂકાય છે. દા.ત. અનેનાસ, શેતુર વગેરે.

ફેદલાંક પરિચિત ફળો સંબંધી વિચાર કરીએ :

## મકાઈનો દાણો (કેરીઆપ્સીસ Caryopsis પ્રકારનું ફળ).

વનરૂપતિશાસ્ત્રથી અનભિગ્ન લોકો સામાન્ય રીતે મકાઈના દાણાને 'બીજ' ગણે છે પરંતુ શાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ એ એવું ફળ છે કે જે એકાંડપી, એકબીજી, ઉર્ધ્વસ્થિત (superior એટલે કે જેમાં બીજશય પુષ્પના બીજ ભાગોથી વધારે ઉંચે હોય છે) બીજશયમાંથી બનેલું ફળ છે, જેમાં ફલાવરણ (Pericarp) શુષ્ક, પાતળું અને બીજવરણ (Testa) સાથે છૂટું ન ન પડી શકે એવી રીતે ચોટલું હોય છે. ઘઉં, જુવાર, બાજરી વગેરેના દાણા આ પ્રકારનાં ફળોનાં બીજાં ઉદાહરણો છે.

## કાજુ (Cashew nut 'નટ' પ્રકારનું ફળ)

જે શુષ્ક (dry) ફળો બહુઅંડપી (polycarpellary) બીજશય-માંથી બનેલાં હોય છે (પરંતુ ધણીવાર એકબીજી હોય છે) અને જેમનું ફલાવરણ અસ્ફૂટનશીલ અને કઠિન અને કાઠવત હોય છે તેમને નટ (Nut) કહેવામાં આવે છે. કાજુ આ પ્રકારનું ફળ છે. બજારમાં જે કાજુના ફળ તરીકે પોચી રસાળ વસ્તુ વેચાય છે તે શાસ્ત્રીય રીતે ફળ નથી પરંતુ ફળની નીચેનો ભાગ પુષ્પાસન છે. જે હાલવાળાં "કાજુ" નામથી વેચાય છે તે ખરેખરાં "ફળ" છે. નટ પ્રકારનાં ફળોનાં બીજાં ઉદાહરણોમાં ઓક અને હેઝલનટનાં ફળો આવે. અંગ્રેજીમાં "વોલનટ" (અખરોટ) અને "કોકોનટ" (નાળિયેર) નામે ઓળખાતાં ફળો નટ વર્ગનાં નથી.

બોર, કેરી અને શ્રીફળ (નાળિયેર) એ અઘ્ણિલ અથવા ગોટલીદાર (Drupe) પ્રકારનાં ફળોનાં ઉદાહરણો છે. આ ફળોનું પ્રધાન લક્ષણ એ

છે કે એમાં ફલાવરણુ (Pericarp) ના સ્પષ્ટ એવા ત્રણ ભાગ પડે છે : બહિર્ફલાવરણુ (Epicarp, મધ્યફલાવરણુ (Mesocarp) અને અંતઃફલાવરણુ (Endocarp). અધિક્કલો અસ્ફૂટનશીલ અને સામાન્યતઃ એકબીજા હોય છે.

કેરી (Mango) માં જાલ એ બહિર્ફલાવરણુ છે અને બી (ગોટલી) ઉપરનો સખત ગોટલો એ અંતઃફલાવરણુ છે ત્યારે એ બે આવરણોની વચ્ચેનો રસાળ ખાદ્ય ભાગ એ મધ્યફલાવરણુ છે.

શ્રીફળ (નાળિયેર, Coconut) માં મધ્યફલાવરણુ (Mesocarp) એ રસાળ નથી પરંતુ રેસામય છે. આવા ફળોને રેસાવાન અધિક્કલો (Fibrous Drupes) પણ કહે છે.

ટમેટાં, ફાકડી, સફરજન અને નારંગી એ બેરી અથવા રસાલફલ (Berry or Bacca) પ્રકારનાં ફળો છે. આવાં ફળો સામાન્યતઃ યુક્તાંડપી (syncarpous) ફળો છે અને એમાં બહારની જાલ સિવાયનું આખું ફલાવરણુ રસાળ અને માવાદાર હોય છે.

ફાકડી (Cucumber) એ પેપો (Pepo) પ્રકારના બેરી (રસાલફલ)નું ઉદાહરણ છે. એમાં ગર મુખ્યત્વે બીજાંડાસનો (બીજકાસનો Placentas) માંથી બનેલો હોય છે.

નારંગી (Orange) એ બહુકોષી (Multilocular) બહિર્સ્થિત બીજાંડાશયમાંથી બનેલું રસાલફલ છે. એમાં બહારની રંગીન જાલ એ બહિરાવરણુ, અંદરનો પોચો સફેદ ભાગ તે મધ્યાવરણુ અને પેશીઓ અથવા ચીરીઓ વચ્ચેના પાતળા કાગળ જેવા પડદાઓરૂપી અંતરાવરણુ છે. ગર અંતઃફલાવરણુમાંથી બનેલો હોય છે. આવાં રસાલફલોને “હેસ્પીરીડિયમ (Hesperidium)” કહે છે.

સફરજન (Apple) એ રસાલફલ (બેરી)ને મળતું આભાસીફલ (Pseudocarp) છે. એમાં ગર પુષ્પાસન (Thalamus) માંથી બનેલો હોય છે. સ્ત્રીકેસરો ફળના મધ્યભાગમાં રહેલાં હોય છે. બીજાં બેરીઓ અને આ પ્રકારનાં ફળો વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત એ છે કે ગર મુખ્યત્વે ફલાવરણુમાંથી બનેલો નથી હોતો.

ચોળા, ગવારસીંગ, વટાણા (Pea) અને મગફળી (ભોંયસીંગ, Groundnut) એ શીંગ (Legume) નામે ઓળખાતા ફલપ્રકારનાં ઉદાહરણો છે. આવાં ફળો શુષ્ક, એકસીકેસરી અને એક- યા અનેક-ગીજી હોય છે અને બંને સાંધાએ (સાંધો Suture) ફટે છે.

લીંડા (Lady's finger), પોસદોડા (Poppy) અને કપાસનું જીંડું (Cotton Boll) એ સંપુટિકા (કેપ્સ્યુલ, Capsule) પ્રકારનાં ફળો છે. એ ફળો શુષ્ક, એક યા અનેક બીજ અને મુક્તાંડપી બીજનાંડાશયમાંથી બનેલાં હોય છે.

સીતાફળ (Custard Apple) એ પુંજફલ (Aggregate Fruit) છે. એમાં સ્ત્રીકેસરો (Carpels) કે અંડપો શંકુઆકાર પુષ્પાસન (Thalamus) ઉપર લાગેલાં હોય છે. આ બધાં અંડપો એક જ મુક્તાંડપી (apocarpous) પુષ્પના લાગે છે.

કમળ (Nelumbo) નાં ફળમાં અંડપો (Carpels) પુષ્પાસન ઉપર જુદી જુદી કોટરો (Cavities) માં લાગેલાં હોય છે. ફળ પાકતાં દરેક અંડપમાંથી એકીન (Achene) બને છે અને આખા અંડપ સમૂહમાંથી એકીનોતું પુંજફલ બને છે.

આસોપાલવ (Polyalthia) નું ફળ રસાલફલોતું પુંજફળ (Etario of Berries) છે.

અનેનાસ (Pineapple) અને શેતુર (Mulberry) એ સોરોસીસ (Sorosis) નામે ઓળખાતા સંગ્રહિત ફલ (Composite Fruit) ના એક પ્રકારનાં ઉદાહરણો છે. “સ્પાઈક (Spike)” પ્રકારની મંજરી (Inflorescence) માંથી આવાં ફળો બને છે.

અનેનાસમાં પુષ્પો અને માવાદાર અક્ષ (Axis) એકબીજા સાથે એકાકાર ઘર્ષને ફળ બને છે. ફળ ઉપર જે લીલાં પાન જેવા લાગે હોય છે તે સહપત્રો (Bracts) છે.

શેતુરમાં પુષ્પોનાં વજો (Calyces) ગરદાર બને છે અને ખરેખરાં ફળોને વજો ઢાંકી દે છે.



## બીજ (Seed)

બીજની બીજકમાંથી કેવી રીતે ઉત્પત્તિ થાય છે તે આપણે ‘ફલન’ (Fertilization)ની ચર્ચા દરમિયાન જોયું. પુષ્ક કેન્દ્ર (Endosperm Nucleus) કેવી રીતે ત્રણ કોષકેન્દ્રોના સંયોગથી બને છે એ પણ આપણે જોયું. આ પુષ્ક કેન્દ્રમાંથી પુષ્ક (બ્રૂણપોષ, Endosperm) વિકાસ પામે છે. બ્રૂણપોષ અથવા પુષ્કનું કાર્ય વિકસતા બ્રૂણ (Embryo)ને પોષણ પૂરું પાડવાનું છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં બીજ પરિપક્વ થાય ત્યાં સુધીમાં બધુંજ પુષ્ક વપરાઈ ગયેલું હોય છે. આવા બી અપુષ્ક, પુષ્કવિહીન અથવા અબ્રૂણપોષી (exalbuminous or non-endospermic) કહેવાય છે જ્યારે જે બીજમાં બીજ પરિપક્વ થયા પછી પણ પુષ્ક રહે છે તે સપુષ્ક, અથવા બ્રૂણપોષી (albuminous or endospermic) બીજ તરીકે ઓળખાય છે. ધાન્યો અને દિવેલી એ સપુષ્ક બીજના દાખલા છે જ્યારે કઠોળ વર્ગની ઘણી વનસ્પતિઓમાં અપુષ્ક બીજ થાય છે.

## વિકિરણ (Dispersal)

સ્થલ વિસ્તરણ (Propagation in Space) માટે એ જરૂરી છે કે વનસ્પતિનાં બીજ દૂર દૂર ફેલાય. આ ફેલાવાની ક્રિયા તે વિકિરણ. આ વિકિરણ જીદી જીદી રીતે થાય છે. સફાટનશીલ ફલોનાં બીજ ફળના ફાટવાથી દૂર ફેંકાય છે; કેટલાક દાખલાઓમાં પવન કે પાણી દ્વારા બીજ દૂર દૂર ખેંચાય છે અને ઘણી વાર પશુ-પક્ષીઓ દ્વારા વિકિરણ થાય છે.

## બીજની રચના

- ૧ બીજવરણ (બીજકવચ, બીજ-ચોલ, Testa) એ એક કે વધારે પડો (layers)નું હોય છે. ગર્ભકોષમાંનાં પરિપુષ્ક ઉપરનાં આવરણો-માંથી બીજવરણ બને છે.
- ૨ પુષ્ક (ઉપર જોયું તે પ્રમાણે પરિપક્વ થયેલાં બધાં બીજમાં પુષ્ક રહેતું નથી).
- ૩ બ્રૂણ—ફલિતાંક કે ફલિતકોષ (Zygote)માંથી વિકાસ પામેલી નવી પેઢી (Next generation).

બ્રૂણના મુખ્ય ત્રણ ભાગો :



- (ક) ભૂણામ કે આદિપ્રોહ (પ્રાંકુર, Plumule) જેમાંથી છોડનો પ્રોહ (Shoot) થાય છે.
- (ઘ) આદિમૂલ (મૂલજ, Radicle) જેમાંથી છોડનાં મૂળ થાય છે; અને
- (ગ) બીજદલ કે બીજપર્ણ (Cotyledon) એક અથવા બે.

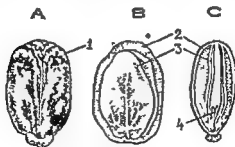


આકૃતિ ૮૦

બીજ—વાલ (Bean)

ભુદી ભુદી બાબુથી બીજનો દેખાવ. બીજવરણ (બીજ ચોલ Testa) કાઢી નાખ્યા પછીનો બીજનો દેખાવ.

૧. બીજવરણ, ૨. બીજનાલિ (નાલિકા, Hilum), ૩. બીજરન્ધ્ર (બીજાંકુર, Micropyle), ૪. આદિમૂલ (મૂલાંકુર, Radicle), ૫. બીજદલ (બીજપત્ર, Cotyledon), ૬. આદિપ્રોહ (પ્રાંકુર, Plumule).

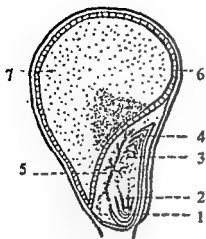


આકૃતિ ૮૧

બીજ—દીવેલી (Castor seed)

- A. આખું બીજ B. બીજદલ બતાવ્યાં છે. C. બીજનો છેદ.

૧. બીજવરણ, ૨. પુષ્ક અથવા ભૂણપોષ (Endosperm) ૩. બીજદલ, ૪. પ્રાંકુર (આદિપ્રોહ, Plumule)  
(આકૃતિ ૮૨ સાથે સરખાવો)



આકૃતિ ૮૨

મકાઈનો દાણો (જે એક-  
બીજી ‘ફેરીઓપ્સીસ’  
પ્રકારનું ફલ છે).

1. આદિમૂલ ઉપરતું આચ્છાદન (Sheath)
2. આદિમૂલ (મૂલાંકુર.)
3. આદિપ્રરોહ (પ્રાંકુર.)
4. આદિપ્રરોહ ઉપરતું આચ્છાદન
5. સ્કુટેલમ (પુષ્કાદ, Scutellum)
6. એક બીજ સાથે બાજી ગયેલાં બીજવરણ અને ફલાવરણ
7. પુષ્ક (ભૂમુખોપ)

આકૃતિ ૮૦ અને ૮૧ સાથે  
સરખાવો.

બીજનો જે ભાગ ફલાવરણ સાથે ચોંટલો દોય છે તેને નાલિ (Hilum) કહે છે. સૂકા બીજમાં એ ભાગ લંબાયા કે ગોળ કાઢા જેવો દેખાય છે. નાલિને એક છેડે બીજરન્ધ્ર (બીજાંકુર, Micropyle) હોય છે. બીજને પાણીમાં પલાળીએ તો આ બીજરન્ધ્ર ચોંટ્યું દેખાય છે. બીજાંકુરણ વખતે બીજરન્ધ્ર દ્વારા આદિમૂળ બહાર આવે છે.

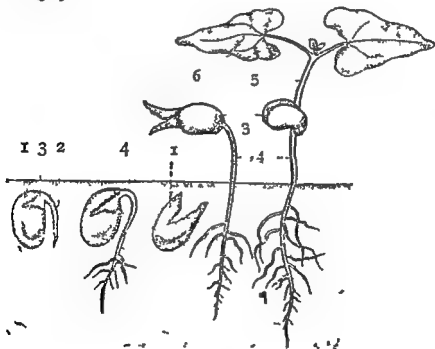
ભ્રુણધરી (Axis of the Embryo)ને જે જગાએ બીજપર્ણ લાગેલાં હોય છે તેની અને આદિપ્રરોહ વચ્ચેનો ધરીનો ભાગ ઉપરોક્ત (બીજપત્રોપરિક, Epicotyl) અને બીજપર્ણ અને આદિમૂલની વચ્ચેનો ધરીનો ભાગ અધરાક્ષ (બીજપત્રાધર, Hypocotyl) કહેવાય છે.

### બીજાંકુરણ (Seed Germination)

ફલમાં બીજ પરિપક્વ થયા પછી તરત અંકુરણ માટે યોગ્ય બને છે એવું નથી. ઘણીખરી વનસ્પતિની જાતિઓમાં બીજ લાંબા કે ટૂંકા ગાળાની સુષુપ્તાવસ્થા પસાર કર્યા પછી જ અંકુરણ થઈ શકે છે. આ સુષુપ્તાવસ્થાનો અભ્યાસ થઈ રહ્યો છે. સરળતાથી સમજી શકાય એવી એ વાત નથી. જ્યારે

સુષુપ્તાવસ્થાનો છોડે અગ્રાસ થશે ત્યારે બને કે આપણે કોઈ પણ બીજને ધારીએ ત્યારે અ કુરિન કરી શકીશું અથવા ધારીએ ત્યા સુધી એની સુષુપ્તાવસ્થા લખાવી શકીશું

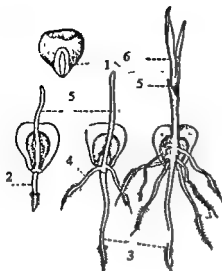
કુદરતમા તો એવું દેખાય છે કે દરેક જાતિની વનસ્પતિને વૃદ્ધિ માટે અનુકૂલ સભોગ આવતા બીજની સુષુપ્તાવસ્થાનો અત આવે છે અને પાણી મળતા એવું અ કુણુ થાય છે બીજ કુણુને અસર કરતા બળો અથવા કારકો (Factors) મા (૧) પાણી, (૨) પ્રાણવાયુ અને (૩) ઉષ્ણતામાન મુખ્ય છે આ કારકો પૂરતા પ્રમાણમા અને યોગ્ય હોદે મળે તો જ બીજ કુણુ થાય છે



આકૃતિ ૮૩

વાલનુ બીજ કુણુ—જમીનમા પડેવા બીજી લુદી લુદી  
બીજ કુણુ-વસ્થાઓ મનાવેલી છે

1. બીજવળુ
2. આદિમૂન (મનાકુ),
3. બીજદલ (બીજપત્ર),
4. અવગદ્ધ (બીજપનાધ, Hypocotyl),
5. ઉર્ધ્વાક્ષ (બીજપત્રોપગિક, પર્વ પ્રથમ, Epicotyl),
6. પર્ણ,
7. પ્રાથમિક મૂલ

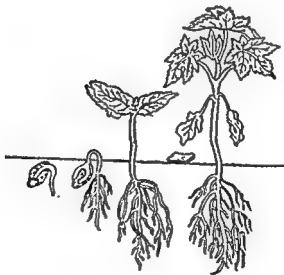


આકૃતિ ૮૪

ખીબંકુરણુ—મકાઈ (Maize)

૧. ભૂણુ (Embryo)
૨. આદિમૂલ
૩. પ્રાથમિક મૂલ
૪. દ્વિતીયિક મૂલ
૫. આદિપ્રસારાચ્છાદન
૬. પ્રથમ પર્ણ (first foliage leaf).

આકૃતિ ૮૩ સાથે સરખાવો



આકૃતિ ૮૫

દીવેલી (Castor Oil Seed)નું અંકુરણુ.

આકૃતિ ૮૩ સાથે સરખાવો.

બીજને જમીનમાં દબાવીએ અને પાણી પાઈએ અને પછી એના અંકુરણનો અભ્યાસ કરીએ તો જણાશે કે કેટલાંક બીજમાં બીજપર્ણો જમીનમાં જ રહે છે, એટલે કે આદિપ્રસાદ સાથે જમીનની ઉપર આવતાં નથી. આવા અંકુરણને અધોભૂમિક (અવલૌમ, hypogeal) કહે છે જ્યારે જે બીજોમાં અંકુરણ પછી બીજપર્ણો જમીનની બહાર આવે છે તે અંકુરણને બહિર્ભૂમિક (અધિલૌમ, બ્રુમ્યુપરિક, epigeal) કહેવામાં આવે છે. મગફળીનાં બીજમાં અધોભૂમિક બીજાંકુરણ થાય છે જ્યારે દિવેલીમાં બહિર્ભૂમિક અંકુરણ થાય છે.

### બીજ ઉપરની ઉદ્વર્ધ (Outgrowths)

- ૧ અધ્યાવરણ (બીજચોલ, Aril) કેટલાંક બીજો ઉપર બીજવરણ (Testa) ઉપરાંત વધાગતુ બહારનું આવરણ હોય છે જેને અધ્યાવરણ (Aril) કહે છે. ગોરસ આમલી (Inga dulcis)ના ફળમાંના સફેદ અથવા લાલ ગર અધ્યાવરણ છે. જવત્રી (Mace) એ જયફળના બી ઉપરનું અધ્યાવરણ છે. દાડમના દાણાનો રસદાર ભાગ એ પણ અધ્યાવરણ છે.
- ૨ ગાંડક (બીજચોલક, Caruncle) દિવેલીના બીજ ઉપરનો સફેદ ખીલ જેવો જે ઉદ્વર્ધ હોય છે તેને “કરંકલ” (ગાંડક કે બીજચોલક) કહે છે.
- ૩ ૩ એ કપાસના છોડ ઉપર થતાં છાંડવામાંના કપાસિયા (જે બી છે)ના બીજવરણના બાહ્યવરણ (Epidermis)ના કોષો લાંબા વધીને થયેલા તાંગ છે.

## પુનરુત્પાદન અથવા જનન

દાર્ધ પશુ વ્યક્તિ (પ્રાણી કે વનસ્પતિ)ની આયુર્મયાદ પરિમિત છે, પરંતુ જાતિઓ (Species) તો યુગો સુધી ટકી શકે છે. જાતિસાંતત્ય (Continuity of Species) માટે જરૂરી છે કે વ્યક્તિનો અંત આવે તે પહેલાં તેના પોતાના જેવા બીજા જીવો તેનામાંથી ઉત્પન્ન થાય. આ પહેલાં આપણે જોઈએ તેમ જનન અથવા પુનરુત્પાદન (Reproduction) એ જીવિતોત્તર એક અગત્યનું લક્ષણ છે અથવા ગુણધર્મ છે. એક જીવિંડ (Organism) માંથી એના જેવા બીજા જીવિંડો ઉત્પાદન મુખ્ય ત્રણ રીતે થાય છે :—

(૧) કાયિક જનન અથવા પ્રવર્ધન (Vegetative Reproduction or Propagation). આને પ્રજનનકોષેતર પ્રવર્ધન પણ કહી શકાય કારણ કે આ પ્રક્રિયામાં ખાસ પ્રકારના જનનકોષો (reproductive cells) જનતા નથી પરંતુ છોડના જુદા જુદા ભાગોમાંથી નવા છોડ જીગે છે. બટાકા અથવા શેરડીના સાંકા ઉપર “આંખો (eyes)” હોય છે તેમાંથી નવા છોડ જીગે છે તે હકીકત તો સારી પેઠે જાણીતી છે. કાયિક પ્રવર્ધનનું આ એક ઉદાહરણ છે. આહી, દૂર્વા, કુદીનો, આકુ, (ઉંસરાજ), એલચો (Bryophyllum) વગેરેમાં છોડના પ્રકાંડ, પર્ણ વગેરેમાંથી નવા છોડ તૈયાર થાય છે.

માણીઓ બાગમાં આ કાયિક પ્રવર્ધનની રીતનો ઘણો ઉપયોગ કરે છે. કલમ અને ખૂંટી (Cutting અને Grafting) કરવી, છોડની ડાળા જમીનમાં દબાવી એના ઉપર મૂળનું ઉત્પાદન ગ્રેસુ (Layering) વગેરે પ્રવિધિઓ આના દાખલાઓ છે. કલમો જમીનમાં રોપ્યા પછી તેમના ઉપર મૂળ (અપસ્થાની અથવા adventitious મૂળો) આવી એ કલમો ઉપરની સુષુપ્ત (dormant) કલિકાઓ (અગર મુકુલો) વિકાસ પામે છે અને નવા છોડ તૈયાર થાય છે.



આકૃતિ ૮૬

એલયા (Bryophyllum) ડું  
પર્ણ. ધાર (Margin) ઉપર  
વિકસતા મુકુલો (કલિકાઓ,  
Buds) દેખાય છે.

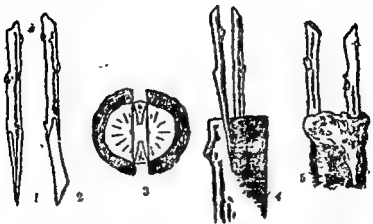


આકૃતિ ૮૭

કલમ (Cutting),  
કક્ષકલિકાઓ (axil-  
lary buds)  
વિકસતી દેખાય છે.

સાદી કલમમાં છેડની ડાળખી કાપીને તેને યોગ્ય રીતે રોપવામાં આવે છે. બીજી રીતમાં (Grafting અગર કલમ કે ખૂંટી લગાડવી તેમા) એક છેડની ડાળાને બીજા છેડ સાથે બાંધવામાં આવે છે અગર એક છેડ ઉપગ્ના મુકુલ (Bud) ને બીજા છેડના પ્રકાંડ ઉપર લગાડવામા આવે છે (Bud grafting). જે કલમ બીજા છેડના થડ (જેને સ્ટોક, સ્ટેન્ડ કલમ સ્ટેન્ડ, કલમ થડ Stock કહે છે) ઉપર બાંધવામાં આવે છે તે કલમને પોતાને કલમ, કલમાંકુર કે Scion કહેવામા આવે છે. ગમે તે એક જાતની કલમ અમુક ચોક્કસ જાતના છેડ ઉપર જ લગાડી શકાય છે, જે એ કલમની જાતિ સાથે સંબંધ ધરાવતી જાતિનો હોય છે.

(૨) અલિંગી જનન (Asexual Reproduction) પુનરુત્પાદનની વાકાની બે રીતોમા ખાસ પ્રકારના કોષો બને છે. એક રીતમાં આ કોષોનું અંકુરણ થઈને નવા છેડ બને છે. આ રીતમા દરેક કોષ સ્વતંત્ર



આકૃતિ ૮૮

કસમ ખીજા છોડ ઉપર લગાડવાની ક્રિયા (Grafting)

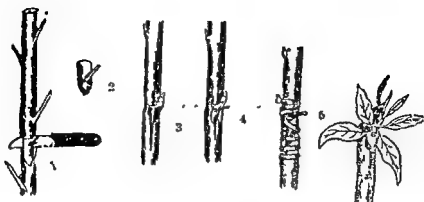
૧. અને ૨. કસમ અથવા ખીંટી (Scion)
૩. સ્કન્ધ (કસમસ્કન્ધ, Stock) ઉપરથી કેવા કેખાય છે તે, સ્કન્ધ એટલે જે છોડ ઉપર ખીજા છોડની કસમ લગાડવામાં આવે છે તેનું થડ.
૪. ખીંટીને સ્કન્ધ ઉપરના કાપમાં બેસાડવામાં આવે છે.
૫. ખીંટી અને સ્કન્ધને મીણથી સખત રીતે બોંટાડવામાં આવે છે.

રીતે નવા છોડમાં વિકસી શકે છે. આવા કોપને સ્પોર કે ખીજાણુ (Spore) કહે છે. આ રીતને સ્પોર કે ખીજાણુ જનન (Sporic Reproduction) કહે છે.

એકંદ્રાપી જીવોમાં કેટલાક ઘખલાઓમાં જીવ જે એક કોપ જ છે તેનું સરળ વિખંડન (Fission) થઈને બે નવા કોષો બને છે અને તે દરેક કોષો નવા સ્વતંત્ર જીવ તરીકે વર્તે છે. (જુઓ આકૃતિ ૯૦ અને ૯૧).

(૩) ત્રીજી રીત લિંગી જનન (Sexual Reproduction) ની છે. આ રીતમાં બે પ્રકારના ખાસ જનનકોષો બને છે. સામાન્ય રીતે





આકૃતિ ૮૯

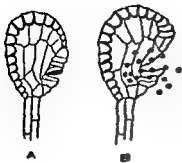
કલિકા (મુકુલ, Bud) લગાડવાની ક્રિયા (padding). ઇચ્છનીય છોડ ઉપરની કલિકા લઈને તેને એ જ જાતિના કે મળતી જાતિના છોડ ઉપર કાપ મૂકી લગાડવામાં આવે છે.

૧. કલિકા (મુકુલ) મૂળ છોડ ઉપરથી લેવામાં આવે છે.
૨. મુકુલ
૩. T—આકારનો કાપ સ્કન્ધ (Stock) ઉપર મૂકવામાં આવે છે.
૪. છેદમાં મુકુલને બેસાડવામાં આવે છે.
૫. મુકુલ (કલિકા)ને સ્કન્ધ સાથે મજબૂત બાંધવામાં આવે છે.
૬. વિકસેલો મુકુલ.



આકૃતિ ૯૦

યુલોથ્રિક્સ (Ulothrix) ના ચલનરેખ (Cilia) વાળા ચલ બીજાણુ (ચલરૂપોર, Zoospores).



આકૃતિ ૯૧

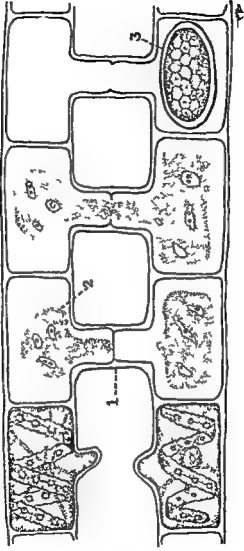
A. ફર્ન અથવા હંસરાગની સ્પોરોન્જિયમ (સ્પોરધાની કે બીજાણુધાની, Sporangium).  
B. સ્પોરધાનીમાંથી સ્પોર બહાર આવતા દેખાય છે. આ સ્પોરોન્ટ પવનથી વિકિરણ (Dispersal) થાય છે.

તે કોષો સ્વતંત્ર રીતે વિકાસ પામી નવો જીવ બનતો નથી, પરંતુ આ બે પ્રકારના કોષો સંયોગ પામી નવો જ કોષ બને છે જેમાંથી નવો જીવ વિકસે છે.

આવા કોષોને યુગ્મક અથવા જનનકોષો (Gamete) કહે છે. જો બે પ્રકારના જનનકોષો દેખાવે કે કદમાં સરખા હોય તો તેમને સમયુગ્મક કે સમજનન કોષો (Isogametes) કહે છે અને એમનો સંયોગ થવાની ક્રિયાને સંયુગ્મન (Conjugation) કહે છે (લુઓ આકૃતિ ૯૨). સંયુગ્મનથી જે નવો કોષ તૈયાર થાય છે તેને યુગ્માણુ (Zygospore) કહે છે. ઉદાહરણાર્થે સ્પાઈરોગાયરા (Spirogyra) નામની લીલ, શેવાળ અથવા આલ્ગા (Alga) માં બે તાતણાઓ (હોરો filaments) સાથે સાથે ગોઠવાય છે (આકૃતિ ૯૨) અને સામ સામેના કોષોમાંથી પ્રોટુબરન્સ (Protuberances) નીકળી એકબીજાને મળે છે. નવાં તેઓ મળે છે ત્યાંના કવચો ઓગળી જઈને સંયુગ્મન નલિકાઓ (Conjugation tubes) બને છે અને એ કોષોમાંનું જીવદ્રવ્ય સંકેત પામી એમાંથી જનકોષો બને છે. જે જનનકોષ પ્રથમ બને છે તે સંયુગ્મન નલિકામાં થઈને સામેના કોષમાંના જનનકોષને મળી સંયોગ પામે છે અને ફલિતાંડ (Zygote) બને છે જેમાંથી નવાં છોડ બને છે.

ઉચ્ચતર જાતિઓમાં બે પ્રકારના ચલનતંતુ અથવા ચલનરેશમ (Cilia) ધરાવતા નાના કદના કોષો ચલન (Locomotion) કરી શકે છે; આ કોષો પુરુષાણુઓ અથવા પુંકોષો અથવા પુંજનનકોષો (male gametes; Spermatozoids) કહેવાય છે. મોટા કદના, ચલન કરવાને અસમર્થ,

એવા દ્રોણો એંડ, સ્ત્રીકોષ અથવા સ્ત્રીજનનકોષ (female gametes) તરીકે ઓળખાય છે. આંડ અને પુરુષણના સંયોગ થવાની ક્રિયાને નિષેચન (Fertilization) કહે છે અને જે ફલિતાંડ (Zygote) બને છે તેને નિષિદ્ધાંડ (Oospore) કહે છે (જુઓ આકૃતિઓ ૭૫, ૭૬, ૭૭).



આકૃતિ ૯૨

સ્પાઇરોગ્રાથરા (Spirogyra) માં થતું સંયુગન (Conjugation).

૧. સંયુગનનલિપ્ત, ૨. જનનકોષ (યુગમક, Gamete), ૩. યુગ્માણુ (Zygospore)

## વનસ્પતિશરીરક્રિયાવિજ્ઞાન

કોઈ પણ ચેતન પદાર્થ—પ્રાણી કે વનસ્પતિ—ના શરીરમાં જીવન ટકાવી રાખવા માટે જે ક્રિયાઓ ચાલે છે તેમના અભ્યાસને શરીરક્રિયાવિજ્ઞાન (દેહધર્મવિદ્યા, physiology) કહે છે.

ફાણે ફાણે થતો ફેરફાર એ ચેતનાનું પ્રધાન લક્ષણ છે. આ ગતિશીલતા ગઈ એટલે ચેતનત્વ નાશ પામ્યું જ સમજો. કોઈ જીવિત શરીરનું રાસાયણિક પૃથક્કરણ (analysis) કરવાથી એ કયાં તત્ત્વોનું બનેલું છે એ જાણી શકાય, પરંતુ એ તત્ત્વોમાંથી અનેક સંયોજનો થઈ તે બધાનું ગતિશીલ સ્થૈર્ય (dynamic equilibrium) જ્ઞી રીતે જળવાય છે તે આવા રાસાયણિક પૃથક્કરણથી સમજાતું નથી. શરીરક્રિયાવિજ્ઞાન ચેતનના આ પાસાનો અભ્યાસ છે.

વનસ્પતિશરીરમાં પાણી મોટા પ્રમાણમાં હોય છે. પાણી ઉડાડી મૂક્યા પછી જે ધન પદાર્થ રહે છે તેમાં ચાલીસેક જેટલાં મૂલતત્ત્વો (elements) જોવામાં આવ્યાં છે, પરંતુ અખતરાઓ કરવાથી જણાયું છે કે એમાંના માત્ર સાત જ વનસ્પતિજીવન માટે આવશ્યક (essential) છે. આમાંનાં જેટલાંક વધારે પ્રમાણમાં જોઈએ છે (જેમને બહુપ્રમાણી તત્ત્વો—major elements કહે છે) અને બીજાં અલ્પ પ્રમાણમાં (જેમને અલ્પપ્રમાણી તત્ત્વો—minor elements કહેવામાં આવે છે). પ્રમાણ ઓછુંવતું ભલે હોય પણ બધાં આવશ્યકતત્ત્વોની આવશ્યકતા સરખી જ છે.

બહુપ્રમાણી તત્ત્વોમાં—કાર્બન (C) ઓક્સીજન અથવા પ્રાણવાયુ (O) હાયડ્રોજન (H), નાઈટ્રોજન (N), ફોસ્ફરસ (P), ગંધક (S), કેલ્શમ (Ca), પોટાશ્યમ (K), અને મેગ્નેશિયમ (Mg), છે.

અલ્પપ્રમાણી તત્ત્વો—તરીકે બોરોન (B), ક્લોરીન (Cl), તામ્ર (Cu), લોહ (Fe), મેંગેનીઝ (Mn), મોલીબ્ડેનમ (Mo) અને જસત (Zn) છે.

કાર્બન (C) સિવાયના તત્ત્વો વનસ્પતિ જમીન (soil) માથી મેળવે છે જ્યારે કાર્બન હવામાંથી આવે છે હવામાં અદ્ય પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ( $CO_2$ ) હોય છે જેનો ઉપયોગ હસ્તિ વનસ્પતિના શરીરમાં શર્કરાઓ (sugars) સ્ટાર્ચ, મેલ્યુલોઝ વગેરે કાર્બોહાઇડ્રેટ વર્ગના અયોજનો યોજવામાં થાય છે. હવામાં લગભગ ૮૦ ટકા ભાગ નાઇટ્રોજન હોય છે પરંતુ વનસ્પતિ નાઇટ્રોજન જમીનમાંથી જ મેળવે છે

### વનસ્પતિજીવનમાં પાણીનું મહત્ત્વ

જીવનના (life) પાણી સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલી છે. જે ક્રિયાઓના ગતિશીલ સંતુલન (dynamic equilibrium) થી જીવન ઉદ્ભવે છે, તે ક્રિયાઓ માટે માધ્યમ તરીકે પાણી આવશ્યક છે સામાન્ય રીતે આપણને ખ્યાલ આવે એનાથી વધારે—ઘણા વધારે પ્રમાણમાં વનસ્પતિને પાણી જોઈએ છે કાર્બન પછી સમયે વનસ્પતિઅંગમાં મળતો પાણીનો જથ્થો એક જીવનચક્ર (ખીઝ કુગળથી માડી ખીઝ ખીજના ઉત્પાદન સુધીનો સમય, life cycle) દરમિયાન જોઈતા જથ્થાનો બહુ નાનો ભાગ છે એની ગણતરી થઈ છે કે એક કિલોગ્રામ મકાઈ (દાણા) ઉત્પન્ન થવા માટે છાંયમાં જીવનચક્ર દરમિયાન ૭૦૦ કિલોગ્રામ પાણી વપરાય છે. વનસ્પતિની પાણીની જરૂરિયાત (water requirement) કાઢવા માટે નીચેનું સૂત્ર (formula) છે

$$\text{પાણીની જરૂરિયાત} = \frac{\text{જીવનચક્ર દરમિયાન છોડમાં વપરાયેલું પાણી}}{\text{તે કાળ દરમિયાનનું વનસ્પતિશરીરમાં એકઠો થયેલો ઘન પદાર્થનો જથ્થો (dry weight)}}$$

ઉપરની ચર્ચાથી સમજશે કે વનસ્પતિએ જમીનમાંથી લીધેલા પાણીનો મોટો ભાગ વનસ્પતિશરીરમાં રહેતો નથી પણ ઊંડી જગ્યા છે

આપણે વનસ્પતિ જમીનમાંથી પાણી કેવી રીતે મેળવે છે (જલરોપણ, Absorption of water), વનસ્પતિમાંથી પાણી બાષ્પરૂપે કેવી રીતે ઊડી જાય છે (ઉત્સવેદન, transpiration) અને વનસ્પતિશરીરમાં પાણી કેવી રીતે જાયે ચઢે છે (રસારોહણ, Ascent of sap) તે સમજીએ

## જલશોષણ

( Absorption of water, અવશોષણ, પ્રચૂપણ )

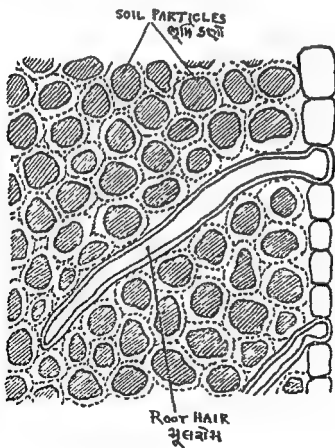
વનસ્પતિ જમીનમાંથી મૂળ દ્વારા પાણી મેળવે છે. મૂળના બહારના સ્તર (મૂળબાહ્યસ્તર, epiblema) ના કટલાક કોષો સાંકડા અને લાંબા વધેલા હોય છે. આ કોષોને મૂલરોમ (root hairs) કહે છે. મૂલરોમમાં જમીનમાંથી પાણી ચૂસાય છે. આ પ્રક્રમ ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો (physical laws) પ્રમાણે ચાલે છે અને એ સમગ્રવા માટે મૂલરોમની રચના સમજવી જરૂરી છે. મૂલરોમ એ એક પ્રકારનો કોષ (કોષિકા, cell) જ છે. કોષકવચ (cell wall) સામાન્ય રીતે પાણીથી ભેદ હોય છે (એટલે કે પાણી કોષકવચની આરપાદ સરળતાથી જઈ શકે છે), પરંતુ કોષરસત્વચા (plasma membrane) ની બાળનમાં આવું નથી. આ ત્વચાથી કોષમાં જતા આવતા પદાર્થોના આવવાજવા ઉપર નિયંત્રણ રહે છે અને કોષની અંદર અને બહાર અમુક ચોક્કસ પરિસ્થિતિ પ્રવર્તતી હોય તો જ પદાર્થો કોષરસત્વચાને ભેદી શકે છે.

જુદા જુદા પદાર્થો પરત્વે ત્વચાની પારગમ્યતા (permeability) પ્રમાણે ત્વચાઓનું વર્ગીકરણ થાય છે. કોઈ પદાર્થ જે ત્વચાની પાર જઈ શકતો હોય તો તે પદાર્થ માટે ત્વચા પારગમ્ય (permeable) કહેવાય છે; જે પદાર્થ એ રીતે ત્વચાની પાર ન જઈ શકે તો ત્વચા અપારગમ્ય (impermeable) કહેવાય છે. કોઈ વિલયન (solution) લઈએ તો તેમાં ઓછામાં ઓછા બે પદાર્થો (વિલાયક, solvent અને વિલેય, solute) હોય જ. જે ત્વચા બેમાંથી એક (ધારો કે વિલાયક) માટે પારગમ્ય હોય અને બીજા (ધારો કે વિલેય) માટે પારગમ્ય હોય તો એ બે પદાર્થોના સંબંધમાં ત્વચાને અર્ધપારગમ્ય (semi-permeable) કહેવાય છે અને જે ત્વચા બે કે વધારે પદાર્થો માટે પારગમ્ય હોય પરંતુ પારગમ્યતાનું પ્રમાણ (degree) ઓછું વર્તું હોય તો ત્વચા વિષમપારગમ્ય (differentially permeable) કહેવાય છે.

કોઈ પણ પદાર્થના અણુઓનું વધારે ઘનત્વ (density) વાળા વિસ્તાર તરફથી ઓછા ઘનત્વવાળા વિસ્તાર તરફ પ્રસરણ (diffusion) થતું રહે છે. આવું પ્રસરણ જે અર્ધપારગમ્ય કે વિષમપારગમ્ય ત્વચાને ભેદી થતું હોય તો તે અભિસરણ (રસાકર્ષણ, osmosis) કહેવાય છે. આ રીતે

અભિસરણ અથવા રસાકર્ષણ એ પ્રસરણનો એક ખાસ પ્રકાર જ છે એટલે પ્રસરણને જે ભૌતિક નિયમો લાગુ પડે છે તે આ પ્રક્રિયાને પણ લાગુ પડે છે. ત્વચાની બંને તરફનાં વિલયનોમાં વિલેયના પ્રમાણ (concentration) ઉપરથી અભિસરણની દિશા નક્કી થાય છે.

મૂલરોમ અને જમીનમાં સામાન્ય રીતે પ્રવર્તતી પરિસ્થિતિ એવી હોય છે કે મૂલરોમકોષની અંદરનું વિલયન જમીનમાંના વિલયન કરતાં વધારે સાન્દ્રિત (concentrated) હોય છે. આ પ્રમાણે મૂલરોમની કોષરસત્વચાની એક



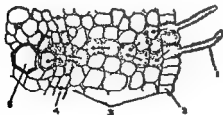
આકૃતિ ૬૩

જમીનના કણો વચ્ચે રહેલો મૂલરોમ (Root hair)

બાહ્ય વધારે સાન્નિત વિલયન હોય છે જ્યારે બીજી બાજુ પ્રમાણમાં ઓછું સાન્નિત (જમીનમાં) વિલયન હોય છે. આવી પરિસ્થિતિમાં જમીનમાં પાણી દોષરસત્વરે પાર કરી મૂલરોમમાં પ્રવેશે છે, કારણ કે જમીનમાંના વિલયનમાંના પાણીનો પ્રસરણદાળ (diffusion pressure) કોષમાંના વિલયનના પાણીના પ્રસરણ દાળથી વધારે છે એટલે કે જમીનમાંના વિલયનની સરખામણીમાં દોષવિલયનમાં પ્રસરણદાળ-ચૂનતા (પ્ર.દા.ન્ય., પ્રસરણ-દાળક્રમી, પ્ર.દા.ક.; Diffusion Pressure Deficit, D.P.D.) હોય છે.

ઉવે સમજાશે કે કોઈ પણ કારણે મૂલરોમ વધારે સાન્નિત વિલયનના સંસર્ગમાં આવે તો મૂલરોમમાં પાણી પ્રવેશવાને બદલે એમાંથી પાણી બહાર નીકળી જાય.

મૂલરોમમાં પાણી પ્રવેશ પછી મૂલરોમની સાથેના અંદરના કોષમાંના પાણીને હિસાબે મૂલરોમમાંના પાણીનો પ્રસરણદાળ વધશે (એટલે કે મૂલરોમની બાહ્યના કોષમાં પ્ર.દા.ન્ય. થશે) અને મૂલરોમમાંથી પાણી એ સાથેના કોષમાં જશે. આ રીતે એક પછી એક કોષમાં પ્રવેશી પાણી જલવાહી પેશી (xylem) સુધી પહોંચશે. જલવાહી પેશીમાં પાણીનું દબાણ ઓછું હશે તો બાહ્યબાહ્યના કોષોમાંથી પાણી એ પેશી (tissue)માં પ્રવેશશે.



આકૃતિ ૬૪

મૂલનો અનુપ્રસ્થ છેદ (Transverse section), બાહ્ય રસ (sap) ની સંવહન દિશા (direction of conduction) બતાવે છે.

1. મૂલ રોમ
2. મૂલાર છાદન (મૂલાવરણ)નો કોષ
3. વચ્ચેનો ભાગ (cortex)
4. વાહિની તંત્ર (conducting system)ની આશુબાહુનું પડ
5. જલવાહિની (xylem vessel).



## ખનીજ દ્રવ્યોનું શોષણ (Mineral Absorption)

જમીનમાંના વિલયનમાં ખનીજદ્રવ્યસાન્દ્રણ કોષવિલયનમાંના ખનીજ-દ્રવ્યસાન્દ્રણથી વધારે હોય ત્યાં સુધી તો સામાન્યતઃ પ્રસરણના નિયમો અનુસાર કોષ રસત્વચ્ચા દ્વારા ખનીજ દ્રવ્યો મૂલરોમમાં પ્રવેશે છે; પરંતુ એ ત્વચાની ખંતે ખાણુ જ્યારે (જે તે ખનીજનું) ખનીજદ્રવ્યસાન્દ્રણ સરખું હોય ત્યારે ખનીજશોષણ અટકતું નથી; તે જ પ્રમાણે જમીનમાંના વિલયનમાં કોષને હિસાબે ખનીજદ્રવ્યસાન્દ્રણ ઓછું હોય તો (પ્રસરણના નિયમ પ્રમાણે ધારીએ તેમ) કોષમાંનું ખનીજ દ્રવ્ય જમીનમાં જતું રહેતું નથી પણ એવી પરિસ્થિતિમાં પણ કોષમાંના એક ખાસ તંત્રને કારણે કોષમાં જમીનમાંથી ખનીજ દ્રવ્યનું શોષણ થવાનું ક્ષણ રહી શકે છે. પાણી અને ખનીજોના કોષ-પ્રવેશના તંત્રો (mechanisms) વચ્ચે આવો તફાવત છે.

## ઉત્સેવેદન (Transpiration)

વનસ્પતિઓ જમીનમાંથી પાણી અને ખનીજો કેવી રીતે મેળવે છે તે આપણે જોઈએ. હવે વનસ્પતિશરીરમાંથી પાણી કેવી રીતે નીકળી જાય છે (loss of water) તે જોઈએ.

## જલક્ષય (Loss of Water)

વનસ્પતિમાંથી પાણી નીકળી જવાની મુખ્ય ત્રણ રીતો છે : છોડમાંથી પાણી બાષ્પરૂપે છીડી જવાના પ્રક્રમને ઉત્સેવેદન (transpiration) કહે છે. છોડમાંથી પાણી પ્રવાહીરૂપે પણ નીકળી જાય છે; આવું જો છોડને ઈન્જ ધવાથી થયેલા ધા(કાપ)માંથી થાય તો તે પ્રક્રમને નિસ્રવણ (bleeding) કહે છે અને જો પાણી પ્રવાહીરૂપે છોડ કોઈ પણ રીતે ઈન્જ પામ્યા વિના નીકળી જાય તો તે પ્રક્રમ બિન્દુસ્વેદન (guttation) કહેવાય છે.

જે પ્રક્રમથી જીવિત વનસ્પતિઓમાંથી પાણી વાયુરૂપે છીડી જાય છે તેને ઉત્સેવેદન કહે છે. આ પ્રક્રમને બાષ્પીભવન(evaporation)ના બધા નિયમો તો લાગુ પડે જ છે પણ વાત એટલી સરળ નથી. જીવિત વનસ્પતિમાં એ પ્રક્રમ ઉપર જીદી જીદી અસરો થાય છે એ કારણે ઉત્સેવેદન એ માત્ર ભૌતિક (physical) પ્રક્રમ નથી પણ શરીરક્રિયાવિષયક (physiological) પ્રક્રમ છે.

ઉત્સવેદન મોટે ભાગે પર્ણની સપાટી ઉપરથી થાય છે, પરંતુ વનસ્પતિના કોઈ પણ ભાગમાં આ પ્રક્રમ ચાલી શકે છે.

ઉત્સવેદન ઉપર અસર કરતાં મુખ્ય કારકો (factors) :

(૧) હવાની આર્દ્રતા (humidity) : એ જેમ ઓછી તેમ ઉત્સવેદનનું પ્રમાણ વધારે.

(૨) હવાનું ઉષ્ણતામાન (temperature) : ઉષ્ણતામાન જિયું તેમ ઉત્સવેદનનું પ્રમાણ જિયું.

(૩) હવાના સંસર્ગમાં આવતો વનસ્પતિશરીરનો વિસ્તાર (exposed area) : જેમ એવો વિસ્તાર વધારે તેમ ઉત્સવેદનનું પ્રમાણ વધારે.

(૪) પર્ણુછિદ્રો (પર્ણરંધ્રો, stomata) ની સંખ્યા : ક્ષેત્રફળ એકમ દીઠ જેમ એ સંખ્યા મોટી તેમ ઉત્સવેદનનું પ્રમાણ વધારે. (પર્ણાં છિદ્રોનાં મુખ ઉઘાડાં રહે છે એમ ધારી લઈને આ વિધાન કરેલું છે).

(૫) પ્રકાશ (light) : પ્રકાશની અસર નીચે પર્ણુછિદ્રો ખૂલે છે; જો છિદ્રો બંધ રહે તો ઉત્સવેદનનું પ્રમાણ ઓછું થઈ જાય, આમ હોવાથી અંધારાની સરખામણીમાં પ્રકાશમાં ઉત્સવેદનનું પ્રમાણ વધે છે.

(૬) વનસ્પતિ અંગની બહારની સપાટી ઉપરના ક્યુટિકલ (cuticle) ના સ્તરની જાડાઈ : આ સ્તર જેમ વધારે જડું તેમ ઉત્સવેદનપ્રમાણ ઓછું. આ કારણે કુમળાં પાન કરતાં (એ જ જાતિનાં) ઘરડાં પાનમાંથી ઉત્સવેદન ઓછું થાય છે.

(૭) પર્ણરચના (anatomical features of the leaf) : કેટલાંક પર્ણો ગોળ વળી ગયેલાં હોય છે : આવાં પર્ણોમાં વળાંકમાં આવેલાં રંધ્રોમાંથી ઉત્સવેદન ઓછું થાય છે. તુલ્યવર્ગમાં આવું ઘણીવાર જોવામાં આવે છે.

ઉત્સવેદનનો પ્રક્રમ (process) વનસ્પતિને ઉપયોગી છે કે એ એક અનિવાર્ય ખોટ (inevitable loss) છે એ સંબંધી બુદ્ધા બુદ્ધા મત છે. આ પ્રક્રમથી વનસ્પતિને જે ફાયદા થાય છે તેમાંના કેટલાક અહીં જણાવ્યા છે :

(૧) ઉત્સવેદન બાબીલવનનો જ એક પ્રકાર હોઈ વનસ્પતિશરીર એને કારણે ઠંડું રહે છે, એટલે સૂર્યકિરણોની અસરથી એ વધારે પડતું તપી જતું નથી.

(૨) ઉત્સવેદન પ્રક્રમને કારણે વનસ્પત્યંગમાં ખનીજ દ્રવ્યોની ઝડપી હેરફેર શક્ય બને છે.

(૩) ઉત્સવેદનને કારણે પાણી બહુ મોટી જિંચાઈ સુધી વનસ્પત્યંગમાં પહોંચી શકે છે. ડિક્સન (Dixon) ના વાદ પ્રમાણે પાણી વનસ્પત્યંગમાં જિંચે ચઢાવવા માટે જોઈતું બળ (force) પર્ણમાં થતા ઉત્સવેદનને કારણે ઉદ્ભવે છે. આ સંબંધી વધારે વિગતવાર ચર્ચા હવે પછી કરીશું.

### રસારોહણ (Ascent of Sap)

જે પ્રક્રમથી વનસ્પત્યંગમાં પાણી (અથવા રસ, sap) જિંચે ચઢે છે તેને રસારોહણ (Ascent of Sap) એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે.

જિંચાઈ પરત્વે વનસ્પતિઓમાં ભારે ભિન્નતા (variation) પ્રવર્તે છે. એકાદ સેન્ટીમીટરથી માંડી ૧૦૦થી ૧૫૦ મીટરની જિંચાઈવાળા વનસ્પતિઓ ઘણી મળે છે અને એ તો દેખીતી વાત છે કે આટલી જિંચાઈએ પાણી પહોંચે તો છે જ, કારણ કે પાણી વિના જીવન ટકી શકે નહિ. પ્રશ્ન એ છે કે પાણીનું જિંચે ચઢવું ક્યા બળને આભારી છે? અત્યાગ સુધીમાં સંખ્યાબંધ વાદો (theories) આ હકીકતને વૈજ્ઞાનિક રીતે સમજાવવા માટે રજૂ થયા છે. આ બધા વાદોને ચાર વર્ગોમાં વહેંચી શકાય :

(૧) કેશાકર્ષણ (કેશિકાકર્ષણ, Capillarity, કેશિકત્વ) ઉપર સ્થપાયેલ વાદ.

ન્યારે ઝીણા વેધ અથવા વેહવાળા નલિકા પાણીમાં બોળાએ છીએ ત્યારે પાણી પોતાની સામાન્ય સપાટી કરતાં નલિકામાં જિંચે ચઢે છે. વનસ્પતિના પ્રકાંડમાં જલવાહિનીરૂપી ઘણી નલિકાઓ છે એટલે કેશાકર્ષણથી પાણી પ્રકાંડમાં જિંચે ચઢે છે એવું પ્રતિપાદન કરવા પ્રયત્ન થયા છે. આ મત સ્વીકારી શકાય એવો નથી, કારણ કે હકીકતમાં વનસ્પત્યંગમાં રહેલી નલિકાઓ કેશાકર્ષણના પ્રક્રમ માટે જરૂરી એવી બને છે કે ખુલ્લી નલિકાઓ નથી. વળી એવી પણ ગણતરી કરવામાં આવી છે કે પ્રકાંડમાં પાણી ખરેખર

જે દેશાકર્ષણથી ચઢતું હોત તો ખચ એ રીતે પાણી ૩૦ મેટ્રીમીટર ( આશરે એક ફૂટ ) થી વધારે ચઢે નહિ.

( ૨ ) વાતાવરણુ દાબ ( વા.દા. ) Atmospheric Pressure, ઉપર રચાયેલા વાદ.

એક વાતાવરણુદાબ જેટલું બળ પાણીના લગભગ ૧૦ મીટર જેટલી જિંચાઈના સ્તંભ ( column ) ના દબાણુ જેટલું હોય છે એટલે કે એક વા.દા. જેટલા બળથી પાણીને ૧૦ મીટર જિંચે ચઢાવી શકાય. વાતાવરણુના દાબથી પાણી વનરૂપતિમાં જિંચે ચઢે છે એવા મત સામે વાંધો એ છે કે એમ થવા માટે નળાનો નીચેનો છેડો ખુલ્લો હોવો જોઈએ જેથી તેના ઉપર વાતાવરણુનું દબાણુ લાગી શકે; વનરૂપતિઅંગમાંની નલિકાઓ આવી નથી. વળી નલિકાઓમાં પાણીને લાગતા ઘર્ષણુ ( friction ) ના અવરોધ ( resistance ) ને ગણતરીમાં લેતાં ૧ વા.દા. જેટલા બળથી પાણી ૫ મીટરથી જિંચે લઈ જવાય નહિ. આ જોતાં આવા વાદો સ્વીકાર્ય નથી.

( ૩ ) જીવનશક્તિ ( vital energy ) ની સંકલ્પના ( concept ) ઉપર રચાયેલા વાદ.

જે વાદમાં એવું માલ્ય રાખવામાં આવે કે વનરૂપતિમાં પાણી જિંચે ચઢે છે એ પ્રક્રમ માટે જીવંત કોષોની હાજરી આવશ્યક છે, અગર તો જીવંત કોષો એ પ્રક્રમમાં જીવંત કોષો તરીકે લાગ લે છે એવા વાદને જીવનશક્તિવાદ ( vitalistic theory ) કહી શકાય. જીવંત કોષો આ પ્રક્રમમાં લાગ લગવે છે કે નહિ એ પ્રાયોગિક રીતે શક્ય દેખાતું નથી; પરંતુ જર્મન વૈજ્ઞાનિક આસ્પૂર્જેરે પ્રાયોગિક રીતે બતાવી આપ્યું હતું કે જે વૃક્ષના બધા કોષો મરણુ પામ્યા હતા તેમાં માત્ર ભૌતિક બળોને કારણે પાણી ત્રીસેક મીટર જેટલી જિંચાઈએ પહોંચ્યું હતું. આમ જીવંત કોષોની હાજરી રસારોહણુ માટે આવશ્યક દેખાતી નથી. આમ છતાં હકીકત એ છે કે મૂત વનરૂપત્યંગમાં અમુક વખત પછી પાણી ચઢતું બંધ થાય છે. જગદીશચંદ્ર વસુ જીવંત કોષો રસારોહણુ પ્રક્રમમાં મહત્વનો ભાગ લગવે છે એવા મતના હતા. હાલમાં મોટા ભાગના વૈજ્ઞાનિકો માને છે કે માત્ર ભૌતિક બળો આ પ્રક્રમને સમજાવવા માટે પૂરતા છે. જે કે સંપૂર્ણ રીતે સંતોષકારક એવો વાદ હજી રજૂ થયો નથી.

ઉપરોક્ત પ્રકારના જીવનશક્તિવાદના સંબંધમાં મૂલદાબ ( Root Pressure ) ની ઘટના ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ.

## મૂલદાબ (Root Pressure)

ખાસ કરીને જ્યારે ઉત્સ્વેદન પ્રક્રમ મંદ ગતિએ ચાલતો હોય છે અને જમીનમાં પાણી વિપુલ પ્રમાણમાં હોય છે ત્યારે મૂલના કોષો પાણીથી તર ધર્ષિત થાય છે અને મૂળપેશીઓમાં સ્થીરતા (hydrostatic) દાબ ઉત્પન્ન થાય છે. આ દબાણને મૂલદાબ કહેવામાં આવે છે. આવો દાબ ધરાવતી સ્થિતિમાં હોય એવા છોડના થડને નીચેના ભાગે કાપવામાં આવે અને જમીન સાથે ભાગેલા છોડ ઉપર કાચ કે રબરની નળી બેસાડવામાં આવે તો પાણી જીંચે ચઢતું જોઈ શકાય છે. આ દૃષ્ટાંત ઉપરથી એમ માનવાને લાલચ થાય કે વનસ્પતિ પાણી મૂલદાબને કારણે ચઢતું હશે. આવો વાદ સ્વીકારવામાં મુશ્કેલી એ છે કે બધી વનસ્પતિઓમાં મૂલદાબ ઉત્પન્ન થતો દેખાતો નથી તેમ જ જેમાં દેખાય છે તેમાં ૩-૪ વા.દા.થી વધારે પરિમાણ મળતું નથી અને જ્યારે વનસ્પતિને પાણીની ખાસ જરૂર હોય એવા ઝડપી રીતે થતા ઉત્સ્વેદન વખતે મૂલદાબ નથી હોતો એટલું જ નહિ પણ એનાથી જીંધી કડી શકાય એવી પાણીની ખેંચ ઉદ્ભવે છે. આ તનાવને અપૂરત મૂલદાબ (negative root pressure) કહે છે.

એમ કહી શકાય કે મૂલદાબ અસ્તિત્વમાં હોય ત્યારે પાણીને પ્રકાંડમાં જીંચે ચઢાવવામાં મદદગાર ધર્ષિ પડે છે તેમ જ ઉત્સ્વેદન મંદ ગતિએ ચાલતું હોય ત્યારે પણ આવો દાબ વનસ્પતિને ઉપયોગી ધર્ષિ પડે પરંતુ એમ કહી શકાય નહિ કે વનસ્પતિમાં પાણી જીંચે ચઢાવવા માટે મૂલદાબ આવશ્યક (essential) છે.

(૪) સંલગ્ન તનાવ વાદ (Cohesion Transpiration Tension Theory): આ વાદ અસલ રીક્ષને રજૂ કર્યો હતો. આ વાદના મૂળભૂત મુદ્દાઓ ઠાલમાં સર્વસ્વીકાર્ય છે એમ કહી શકાય. વિગતો અંગે મતભેદો છે પણ આ વાદની મુખ્ય સંકલ્પનાઓ (concepts) સર્વમાન્ય છે. આ વાદને ટૂંકમાં આ રીતે રજૂ કરી શકાય: વનસ્પતિના આખા અંગમાં પાણી પ્રસરેલું છે અને મૂળથી માંડી પ્રકાંડની ટેચ સુધી કે જ્યાં પર્ણ સુધી પાનીનો અખંડિત પ્રવાહ અથવા સ્તંભ (column) હોય છે. ઉત્સ્વેદનને લીધે વનસ્પતિ અંગમાં—ખાસ કરીને પર્ણોમાં—સુકારો લાગવાથી ભૌતિક કારણોને લીધે તનાવ (tension) ઉદ્ભવે છે અને એ બળ અભિસરણ કે રસાકર્ષણ (osmosis) ને કારણે જલવાહીપેશી (xylem)

સુધી પહોંચે છે અને એ તનાવને કારણે પાણીનો પ્રવાહ અથવા રત્નલ જીંચે ખેંચાય છે. પાણીના અણુઓ એકબીજા સાથે સંલગ્ન (cohesion) ખેંચાણથી એટલા સખત રીતે ચોટેલા રહે છે કે ઉત્સવેદનને કારણે ઉદ્ભવતા તનાવને કારણે પાણીનો રત્નલ જીંચે ખેંચાય છે ત્યારે એ રત્નલ તૂટી પડતો નથી. આ રીતે કીશન રસાયણના પ્રક્રમને સમજાવે છે.

### પ્રકાશસંશ્લેષણ (Photosynthesis)

પૃથ્વી ઉપર ઉપલબ્ધ છે તે તમામ શક્તિ (energy) સીધી કે આડકતરી રીતે સૂર્યમાંથી મળે છે એમ કહેવામાં વાંધા નથી. સૂર્યતેજ (solar radiation) રૂપે પૃથ્વી ઉપર આવતી શક્તિને દરિતદ્રવ્યધારી (કલોરોફીલયુક્ત) વનસ્પતિઓ પોતાના વિશિષ્ટ સામર્થ્ય (faculty) થી એવી રીતે મદલ્ય કરી લે છે કે તેઓ એ (રૂપાંતરિત થયેલી) શક્તિનો જરૂર પડે ત્યાં સુધી સંચય કરી શકે છે. આવી વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશશક્તિના ઉપયોગથી પાણી અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડમાંથી કાર્બોહાઈડ્રેટ વર્ગનાં સંયોજનો (carbohydrates દા. ત. શર્કરા, સ્ટાર્ચ વગેરે)નું સંશ્લેષણ (synthesis) થાય છે અને આવાં સંયોજનોમાં પ્રકાશશક્તિ રાસાયણિક શક્તિરૂપે સંગ્રહાયેલી રહે છે. આ સંશ્લેષણ પ્રક્રમ પ્રકાશસંશ્લેષણ (photosynthesis)ના નામથી ઓળખાય છે.

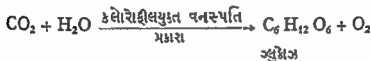
દરિતદ્રવ્યના અભાવને કારણે પ્રકાશશક્તિનો આવો ઉપયોગ કરવાને અસમર્થ એવા જીવો (જેમાં માણસ ભત આવી અન્ય છે)ને કલોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓ દ્વારા શક્તિ ઉપલબ્ધ બને છે. આમ કલોરોફીલયુક્ત જીવો (જેમ જેવી વનસ્પતિઓ, બેક્ટીરિયા જેવા સૂક્ષ્મ જીવો અને બધાં પ્રાણીઓ) જેમાંથી શક્તિ મેળવી શકાય એવા પદાર્થો (એટલે કે પોષક દ્રવ્યો અથવા ખોરાક, food) માટે કલોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓ ઉપર આધાર રાખે છે.

જે પ્રક્રમથી જીવપિંડમાં પોષક દ્રવ્યોમાં સંચયિત થયેલી શક્તિનો નિસ્તાર (release) થાય છે એટલે કે એ છૂટી થઈ બીજા પ્રક્રમે માટે ઉપલબ્ધ બને છે તે પ્રક્રમને શ્વસન (respiration)ને નામે ઓળખવામાં આવે છે.

હવે પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનના પ્રક્રમે સંબંધી જગા વિગતવાર ચર્ચા કરીએ.

પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રક્રમથી ક્લોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓમાં ( ખાસ કરીને પર્ણમાં ) અનેક એન્ઝાઇમો ( પ્રક્રિયો, enzymes ) વડે પ્રકાશ-શક્તિનો ઉપયોગ થઈ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (  $\text{CO}_2$  ) અને પાણી (  $\text{H}_2\text{O}$  ) કાચા માલ (raw materials) તરીકે વપરાઈ જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો બને છે જેમાં પ્રકાશશક્તિ અથવા તેજશક્તિ (radiant energy) નો રાસાયણિક શક્તિના રૂપમાં સંચય થયેલો હોય છે.

આ પ્રક્રમ સાદો નથી પણ તેમાં અનેક અભિક્રિયાઓ ( reactions ) ચાલે છે જેમાંની ઘણીખરી માટે વિશિષ્ટ એન્ઝાઇમોની જરૂર પડે છે. આ પ્રક્રમનો ટૂંક સાર સૂચાત્મક રીતે આમ આપી શકાય :



આ સમીકરણથી સમજાશે કે મુખ્ય ઉત્પાદન ગ્લુકોઝ ( જે કર્બોહાઇડ્રાટના પ્રતિનિધિ તરીકે લેવામાં આવ્યું છે ) ઉપગત ઉત્પાદ ( By-product ) તરીકે પ્રાણવાયુ નીકળે છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રક્રમને સમજવા માટે આપણે નીચે આપેલા પ્રશ્નોના જવાબ આપવા પ્રયત્ન કરીએ :

- (૧) આ પ્રક્રમમાં પ્રકાશનો શું ઉપયોગ થાય છે ?
- (૨) ક્લોરોફીલનું આ પ્રક્રમમાં શું મહત્વ છે ?
- (૩) પ્રાણવાયુ નીકળે છે તેનું ઊગમસ્થાન (source) કયું ?  $\text{CO}_2$  કે  $\text{H}_2\text{O}$  ?

(૪)  $\text{CO}_2$ માંથી  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  અને એવાં બીજાં સંયોજનો બને છે તેમાં સૌથી પ્રથમ કયું સંયોજન બને છે ?

(૫) આ આખા પ્રક્રમ માટે પ્રકાશની જરૂર છે કે પ્રકાશના અમુક ભાગ માટે જ પ્રકાશ આવશ્યક છે ?

આ પ્રશ્નોનો જવાબ નીચેની ચર્ચામાંથી મળશે :

પ્રકાશનું કાર્ય :—પ્રકાશશક્તિથી પાણી  $\text{H}_2\text{O}$ નું વિઘટન થાય છે અને  $\text{H}^+$  અને  $\text{OH}^-$  આપતો બને છે; આમ થવાથી વિઝાઇસવા

સંભાવ્યતા ( reduction potential ) અસ્તિત્વમાં આવે છે ( ખીછ રીતે કહીએ એ તો  $H^+$  આયનો વડે ખીખ સંયોજનોની વિઝોક્સવણી, reduction થઈ શકે ).

આ વિઝોક્સવણી સંભાવ્યતા એટલે રાસાયણિક શક્તિનો એક પ્રકાર પ્રકાશસંલેપણ પ્રક્રમમાં  $CO_2$ ની વિઝોક્સવણી થઈ  $C_6 H_{12} O_6$  વગેરે બને છે એવું કહી શકાય.

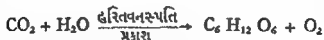
### ક્લોરોફીલ

ક્લોરોફીલ ( હરિતદ્રવ્ય, chlorophyll ) એ હરિતવર્ણી વનસ્પતિ-ઓના કોષોમાં મળતા હરિતકણો ( chloroplast )માં રહેલું રંગ દ્રવ્ય ( pigment ) છે; એના બુદ્ધ બુદ્ધ પ્રકારો છે. એની અણુરચના જટિલ ( complex ) છે અને એ C, H, O, N અને Mg એ મૂળતત્ત્વોનું બનેલું છે. એને કારણે જ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓનો હરિત ( લીલો ) રંગ છે.

પ્રકાશસંલેપણના પ્રક્રમમાં ક્લોરોફીલની મધ્યસ્થાથી  $H^+$  આયનોનો ઉપયોગ થઈ પ્રમાણમાં લાંબો વખત જળવાઈ રહે એવા TPNH ( અથવા NADPH ) જેવા વિઝોક્સાવક એન્ઝાઈમો ( reducing enzymes ) બને છે. TPNH એ એક એન્ઝાઈમના નામનું ટૂંકું રૂપ છે. આ કિસ્મોથી પછી  $CO_2$ માંથી વિઝોક્સવણી થઈ કાર્બોહાઈડ્રેટ બને છે.

### પ્રકાશસંલેપણ પ્રક્રમમાં નીકળતો પ્રાણવાયુ

આ પહેલાં આપણે જોઈએ કે પ્રકાશસંલેપણ પ્રક્રમને સત્તાત્મક રીતે સમજાવવા માટે—



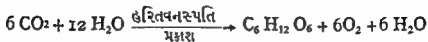
એમ સમજી શકાય. એ  $O_2$ ના ઉત્પન્નસ્થાન વિશે વિચાર ન કરીએ તો સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખાય :—



જોઈ શકાશે કે સમીકરણમાં જાને તરફ જુદા જુદા પરમાણુઓની સંખ્યા સરખી છે.



કિરણોત્સારી સમસ્થાની (radioactive isotopes) સંબંધી જ્ઞાન વધતાં એમનો પ્રાયોગિક ઉપયોગ કરી એવું નક્કી થયું છે કે પ્રકાશ-સંશ્લેષણ પ્રક્રમમાં નીકળતા પ્રાણુવાયુ  $O_2$ ના પરમાણુઓ પાણી  $H_2O$ માંથી આવે છે; નહિ કે  $CO_2$ માંથી. આ હકીકત ધ્યાનમાં લઈને ઉપલા સમીકરણમાં થોડા ફેરફાર કરી હવે નીચે પ્રમાણે લખવામાં આવે છે.



પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રક્રમમાં સૌ પ્રથમ બનતું કાર્બનિક (કર્બોહાઇડ્રોને બળતું) સંયોજન

આ દિશામાં ભારે પ્રમાણમાં સંશોધન કરી પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમનું સ્વરૂપ પ્રાયોગિક રીતે નક્કી કરી સ્પષ્ટ કરવામાં આગળ પડતું સ્થાન કેલ્વિનના યુનિવર્સિટીના વૈજ્ઞાનિક કેલ્વિન (Calvin) નું છે. કેલ્વિન અને સાર્થાદારોના સંશોધન પ્રમાણે આ પ્રક્રમમાં પ્રયોગશાળામાં પારખી શકાય એવું સૌ પ્રથમ સંયોજન ફોસ્ફોગ્લુટીમિક એસિડ (ટૂંકામાં PGA) બને છે.

આ આખા પ્રક્રમમાં પ્રકાશનું કાર્ય પાણીનું પ્રકાશવિશ્લેષણ (photolysis) કરી  $H^+$  ઉત્પન્ન કરી વિઝોક્સવણી સંભાવ્યતા (reduction potential) ઊભી કરવાનું છે. બાકીનો પ્રક્રમ અંધકારમાં પણ ચાલી શકે છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ ઉપર અસર કરતાં કારકો (factors which influence the process of photosynthesis and its rate) :—

(૧) પ્રકાશ (light) : આ પ્રક્રમમાં શક્તિના પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે પ્રકાશ છે. પ્રકાશની ગેરહાજરીમાં આ પ્રક્રમ ચાલે નહિ એ સહજ છે.

(૨) કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ( $CO_2$ ) : આ વાયુ પ્રકાશસંશ્લેષણ-પ્રક્રમમાં કાર્બન (C) ના પ્રાપ્તિસ્થાન (source) તરીકે છે. વાતાવરણમાં દર ૧૦,૦૦૦ ભાગમાં ૩ ભાગ આ વાયુના હોય છે. વાતાવરણ અને સમુદ્રના પાણી વચ્ચે આ વાયુના સાન્દ્રણ પરત્વે ગતિશીલ સમતોલન (dynamic equilibrium) રહેવાથી વાતાવરણમાં સામાન્ય રીતે આ વાયુનું સાન્દ્રણ અચલ (constant) રહે છે.

આ વાયુ વનસ્પતિની સપાટી ( ખાસ કરીને પર્યુસપાટી ) ઉપરનાં રન્ધ્રો ( પર્યુરન્ધ્રો, stomata ) દ્વારા મુખ્યત્વે કરીને વનસ્પતિ-અંગમાં પ્રવેશે છે. વાતાવરણમાંની  $CO_2$ ની સાન્દ્રતામાં વધારો થાય તો અને જો પીખાં કારકો યોગ્ય પ્રમાણમાં હોય તો પ્રકાશસંલેપણપ્રમાણ વધે છે.

(૩) ઉષ્ણતામાન (temperature): જો કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પ્રકાશ અને પીખાં કારકો જોઈતા પ્રમાણમાં ઉપલબ્ધ હોય તો ઉષ્ણતામાન વધતાં સંલેપણપ્રમાણ વધે છે. આ પ્રક્રમ જોઈ ઉષ્ણતામાનની અમુક ચોક્કસ ઉપલી અને નીચલી મર્યાદાઓ વચ્ચે જ ચાલી શકે છે. અમુક ઇષ્ટતમ ( optimum ) ઉષ્ણતામાન થયા પછી જો એમાં વધારો થાય તો પ્રકાશસંલેપણપ્રમાણ ઘટવા માંડે છે.

(૪) પાણી : આપણે જોયું કે પ્રકાશસંલેપણના પ્રક્રમમાં પાણી કાચા માલ ( raw material ) તરીકે કામમાં આવે છે. એ ઉપરાંત લગભગ બધી જ શરીરક્રિયાવિષયક અભિક્રિયાઓ ( physiological reactions ) માટે પાણી આવશ્યક છે.

(૫) ઓક્સીજન : ( $O_2$ ) વાતાવરણમાં ઓક્સીજનની જે સાન્દ્રતા ( concentration આશરે ૨૧ ટકા ) સામાન્ય રીતે રહે છે તેના કરતાં જો એ વધે તો તેની અસર પ્રકાશસંલેપણપ્રમાણમાં ઘટાડો કરવાની થાય છે.

(૬) આંતરિક કારકો ( internal factors ) :

(ક) કલોરોફીલ—એનું મહત્ત્વ શું છે તે આપણે જોયું.

(ગ) જીવદ્રવ્યની સ્થિતિ ( protoplasmic factors )

આ ઉપરાંત પીખાં અનેક કારકોની વર્તીઓછી અસરો થઈ શકે છે. પણ ઉપર દર્શાવેલાં કારકો મુખ્ય છે.

### શ્વસન

કોઈ પણ તંત્ર ( system )ને ચાલુ રાખવા માટે શક્તિની જરૂર પડે છે. જીવંતો ( living organisms ) ભારે જટિલ પ્રકારનાં તંત્રો જ છે જેના પાયામાં જીવદ્રવ્ય ( protoplasm ) છે એ આપણે જોયું. જીવંત શરીરમાં અનેક પ્રકારની ક્રિયાઓ ચાલ્યા જ કરે છે. એમાંની ઘણીખરી ક્રિયાઓ ચાલુ રાખવા શક્તિની જરૂર પડે છે. આ શક્તિ ખોરાક ( food )માંથી

મળે છે. જે પ્રક્રમથી ખોરાકમાં રહેલી શક્તિ જીવિત તંત્રને ઉપલબ્ધ બને છે તેને શ્વસન (respiration) કહે છે. ઐતિહાસિક કારણોને લીધે આ પ્રક્રમનું નામ શ્વસન પડ્યું છે કારણ કે આ પ્રક્રમમાં સાથે પ્રાણીઓની બાળતમાં શ્વાસોચ્છવાસ (inhalation and exhalation)ની ક્રિયા સંકળાયેલી છે, અને એના તરફ જ લોકોનું ધ્યાન પહેલું ખેંચાયેલું. વૈજ્ઞાનિક પ્રગતિથી સમજાયું છે કે મૂળભૂત રીતે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓના શક્તિ ઉપલબ્ધ કરવાના તંત્રો સામ્ય ધરાવે છે. ઉચ્ચ શ્રેણીની વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ એ બંનેમાં શક્તિ-પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે શ્વસનક્રિયાના અભિક્રિયા લક્ષ્ય (substrate એટલે કે જે પદાર્થ ઉપર અભિક્રિયા, reaction થવાથી શક્તિ નિસ્તીર્ણ થઈ ઉપલબ્ધ બને છે તે), ગ્લુકોઝ (Glucose,  $C_6H_{12}O_6$ ) નામની શર્કરા મુખ્યત્વે વપરાય છે, અને એ પ્રક્રમમાં ઓક્સીજન ( $O_2$ ) લાગ લે છે. પ્રક્રમને અંતે ગ્લુકોઝનું વિઘટન થઈ  $CO_2$  અને  $H_2O$  બને છે. શરીરમાં  $O_2$  લેવા માટે અને  $CO_2$  બહાર કાઢવા માટે ઉચ્ચ પ્રાણીઓમાં શ્વાસોચ્છવાસનું તંત્ર (ફેફસાં) હોય છે પરંતુ એ મૂળભૂત પ્રક્રમ માટે આવશ્યક નથી. પ્રક્રમની મૂળભૂત ક્રિયા તો જોગક (પોષક પદાર્થો દા. ત. કાર્બોહાઇડ્રેટ)માંથી શક્તિ વિસ્તરણ (release of energy) કરવાની છે. કેટલાક જીવપિંડોમાં આ પ્રક્રમ ઓક્સીજન વગર ચાલે છે (દા. ત. યીસ્ટ, Yeast) અને કેટલાકમાં અભિક્રિયાલક્ષ્ય તરીકે ગ્લુકોઝ સિવાયના પદાર્થો હોય છે.

આ પુસ્તકમાં કરેલી ચર્ચા મુખ્યત્વે કરીને ઉચ્ચ શ્રેણીની વનસ્પતિઓને અનુલક્ષીને કરવામાં આવેલી છે.

શ્વસનક્રિયા દરેકે દરેક જીવંત કોષમાં વણુઅટકી ચાલ્યા કરે છે. જે આ પ્રક્રમમાં પ્રાણવાયુ (ઓક્સીજન)ની જરૂર પડતી હોય તો એ વાતાશ્વસન (aerobic respiration) કહેવાય છે; જે પ્રાણવાયુ ન વપરાતો હોય તો અવાતાશ્વસન (anaerobic respiration).

શ્વસનપ્રક્રમ વાતાશ્વસનની રીતે કે અવાતાશ્વસનની રીતે ચાલતો હોય પરંતુ એ બંને પ્રકારમાં (જે ગ્લુકોઝ અભિક્રિયા લક્ષ્ય હોય તો) અમુક અભિક્રિયાઓ સરખી જ હોય છે. આ અભિક્રિયાસમૂહને “ગ્લાયકોલીસિસ” (glycolysis) નામ આપવામાં આવ્યું છે. આ અભિક્રિયાઓને અંતે ગ્લુકોઝમાંથી પાયરુવિક એસિડ ( $CH_3COCOOH$ )

બને છે અને ઘોડી રાસાયણિક શક્તિ ઉપલબ્ધ બને છે. આ શક્તિ ATP નામથી ઓળખાતાં અણુઓના રૂપમાં હોય છે.



આકૃતિ ૬૫  
ધીસ્ટ (Yeast)

પાયરુવિક એસિડ બન્યા પછી જે યોગ્ય પ્રકારના એન્ઝાઈમો અને પ્રાણવાયુ (ઓક્સીજન) ઉપલબ્ધ હોય તો વાતધસનની રીતે પાયરુવિક એસિડના અણુઓ ઉપર વધારે અભિક્રિયાઓ થઈ છેવટે  $\text{CO}_2$  અને  $\text{H}_2\text{O}$  બને છે અને  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ઝુકોઝના અણુમાં રહેલી શક્તિ (જે પ્રકાશશક્તિ-રૂપે પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમથી ઝુકોઝના અણુઓમાં રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતરિત થઈ સંચયિત થઈ હતી) જીવપિંડને ઉપલબ્ધ થાય છે. આ પ્રક્રમ- (ઝુકોઝનું વાતધસન) નો સાર નીચેના સમીકરણથી મળે છે.

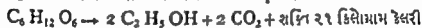


શક્તિ ૬૭૩ કીલોગ્રામ કેલરી

આ પ્રક્રમમાં ઝુકોઝના બધા C પરમાણુઓની ઓક્સિડેશન (oxidation) થઈ જાય છે.

ઝુકોઝનું અવાતશ્વસન (anaerobic respiration of glucose):

પાયરુવિક એસિડ આયોક્સીલિસિસની ક્રિયાથી બન્યા પછી જે પ્રાણુવાયુ ઉપસન્ન નહિ હોય અથવા યોગ્ય પ્રકારના એન્ઝાઇમો નહિ હોય તો શ્વસન અવાતશ્વસનની રીતે ચાલે છે. અડી યીસ્ટ (Yeast)ના અવાતશ્વસનની ચર્ચા કરીએ. યીસ્ટના અવાતશ્વસનમાં ઝુકોઝમાંથી છેવટે મઘાકર્ અથવા ઈથીલ આલ્કોહોલ ( $C_2H_5OH$ ) બને છે અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ નીકળે છે. આ પ્રક્રમથી થતું જીવંતિને શક્તિ ઉપસન્ન બને છે પરંતુ ઝુકોઝના અણુ, દીઠ મળતું શક્તિપ્રમાણ વાતશ્વસનની સરખામણીમાં ઘણું ઓછું હોય છે, અને ઝુકોઝમાંના બધા C પરમાણુઓનું સંપૂર્ણ ઓક્સીકરણ (ઓક્સિડેશન) થતું નથી. સ્વાતંત્ર્ય રીતે આ પ્રક્રમ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :



### કિષ્ટવન (Fermentation)

સૂક્ષ્મ-જીવો (microorganisms)માં વિશિષ્ટ પ્રકારના એન્ઝાઇમો હોય છે. આ એન્ઝાઇમોના પ્રાપ્તિસ્થાન (source) તરીકે બ્યારે સૂક્ષ્મ-જીવોનો ઔદ્યોગિક રીતે ઉપયોગ કરી મઘાકર્ (ઈથીલ આલ્કોહોલ), સાઈટ્રિક એસિડ, લેક્ટિક એસિડ, વિવિધ પ્રજીવકો (vitamins), “એન્ટિબાયોટિક” વર્ગનાં દવાઓ (antibiotics) વગેરે વિવિધ ઉત્પાદનો મેળવવામાં આવે છે ત્યારે એ પ્રક્રમો કિષ્ટવન (fermentation) નામે ઓળખાય છે. મઘાકર્ બનાવવા યીસ્ટનો ઉપયોગ થાય છે (આકૃતિ ૬૫).

હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓમાં ચાલતા પ્રકારના સંશ્લેષણના

અને શ્વસનના પ્રક્રમો

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં શ્વસનપ્રક્રમ તો મૂળભૂત રીતે સરખો જ હોય છે પરંતુ દિવસે (સૂર્યપ્રકાશને લીધે) હરિત ક્લોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણનો પ્રક્રમ પણ ચાલતો હોય છે. આ પહેલાં જોઈ ગયા તેમ આ પ્રક્રમમાં  $CO_2$  અને  $H_2O$ માંથી જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો બને છે એટલે

દિવસે ઘણીવાર એવું જાનવા સંભવ છે કે વનસ્પતિમાંથી શ્વસનને કારણે જનતા  $CO_2$  જલાર નીકળતા ન દેખાય (કારણ કે એ પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમમાં વપરાઈ ગયો હોય છે), પરંતુ દિવસે પણ જો લીલી વનસ્પતિને અંધકારમાં રાખવામાં આવે તો  $CO_2$  નીકળતો સાબિત કરી શકાય છે.

ઉચ્ચ શ્રેણીની વનસ્પતિઓમાં ચાલતા પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનની સરખામણી :

પ્રકાશ સંશ્લેષણ	શ્વસન
(૧) ફક્ત પ્રકાશમાં અને ક્લોરોફિલ ધરાવતા ભાગોમાં ચાલે છે.	(૧) જ્યાં જ જીવોમાં, જ્યાં જ જીવિત-કોષોમાં આખો વખત-દિવસે અને રાત્રે—ચાલ્યા કરે છે.
(૨) $CO_2$ વપરાય છે અને $O_2$ જલાર નીકળે છે.	(૨) $O_2$ વપરાય છે. અને $CO_2$ જલાર નીકળે છે.
(૩) શુષ્ક વજન (dry weight) માં વધારો થાય છે.	(૩) શુષ્ક વજન ઘટે છે.
(૪) $C_6 H_{12} O_6$ જેવા જટિલ પદાર્થોનું $CO_2$ માંથી સંશ્લેષણ થાય છે.	(૪) $C_6 H_{12} O_6$ નું વિઘટન થઈ $CO_2$ જાતે છે.
(૫) પ્રકાશશક્તિનો રસાયણશક્તિ-રૂપે સંચય થાય છે.	(૫) ખોરાકમાંથી સંભાવ્ય (potential) શક્તિ છૂટી થઈ ઉપલબ્ધ બને છે.
(૬) રચનાત્મક પ્રક્રમ	(૬) વિઘટનાત્મક પ્રક્રમ.

વાતાશ્વસનપ્રક્રમ ઉપર અસર કરતાં કારકો.

- (૧) પોષક દ્રવ્યો—પોષક દ્રવ્યોમાં રહેલી શક્તિ જ શ્વસનથી જીવિતને ઉપલબ્ધ થાય છે.
- (૨) પ્રાણવાયુ (ઓક્સીજન)ની વાતાવરણમાંની સાન્દ્રતા
- (૩) વાતાવરણમાંની  $CO_2$ ની સાન્દ્રતા
- (૪) ઉષ્ણતામાન—સામાન્ય રીતે (અમુક મર્યાદામાં) ઉષ્ણતામાનમાં વધારો થતાં શ્વસનપ્રમાણ વધે છે.

(૫) જીવદ્રવ્યની સ્થિતિ—અંદર પાણીનું પ્રમાણ, એન્ઝાઈમો વગેરે.

આ સિવાય ઈજા (injury) થવાથી, કેટલાંક રસાયણોથી અને ખીન્ન કારણોએ શ્વસનપ્રમાણમાં વધઘટ થઈ શકે છે.

## સંચરણ અથવા ગતિ (Movement)

જીવિતો મૂળભૂત રીતે ઉત્તેજનશીલતા(irritability)નો ગુણધર્મ ધરાવે છે તે આપણે આ પહેલાં જોઈ ચૂક્યા છીએ.

મોટા ભાગની વનસ્પતિઓ પ્રાણીઓની સરખામણીમાં ગતિશીલ નથી. પ્રાણીઓ ગતિ કરી સ્થળાંતર કરે છે જે મૂળ વડે જમીનમાં ચોંટલી વનસ્પતિઓમાં શક્ય નથી. આમ છતાં વનસ્પતિનાં અંગોમાં હલનચલન અથવા સંચરણ તો થાય છે જ. દા. ત. કોઈ પણ એક વૃદ્ધિ પામતો હોય છે ત્યારે એની ટેાય ધીમે ધીમે જાયે જાય છે; એ જ પ્રમાણે પ્રકાશની દિશા પ્રમાણે વનસ્પતિ-અંગોનું સ્થાન બદલાય છે. એટલું ખરું કે વનસ્પતિમાં થતું હલનચલન સામાન્ય રીતે એટલું ધીમે થાય છે કે આપણે ખાસ ધ્યાન ન આપીએ તો તે ખ્યાલ બહાર જાય. લજ્જવંતી જેવી વનસ્પતિઓ અપવાદરૂપ છે. આ વનસ્પતિના પર્ણને હાથ અડાડીએ કે તરત પર્ણ ખીકાઈ જાય છે.

નોચી કક્ષાની વોલ્વોક્સ (Volvox) અને બેક્ટેરીયા જેવી વનસ્પતિઓ અને ચલન-રેશમ (cilia) વાળા કુરુપોરમાં સ્થળાંતર ગતિ પણ થાય છે.

આ ગતિ અથવા હલનચલન સંવેદનશીલતા અથવા ઉત્તેજનશીલતાને કારણે જ થાય છે. પર્યાવરણ (environment) માં થતો કોઈ પણ ફેરફાર ઉત્તેજક અથવા ઉદ્દાપક (stimulus)નું કામ કરે છે અને પરિણામે વનસ્પતિ-અંગમાં પ્રતિક્રિયા અથવા અનુક્રિયા (response)રૂપે જે અભિક્રિયાઓ થાય છે તે ગતિ અથવા હલનચલનમાં પરિણમે છે.

હલનચલન અથવા ગતિની દિશા જ્યારે ઉદ્દાપકની દિશા ઉપરથી નક્કી થતી હોય ત્યારે હલનચલનનું અનુવર્તન (tropism) તરીકે વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. આવી ગતિને અનુવર્તી ગતિ (tropic movement) કહેવામાં આવે છે. ઉદ્દાપક ઉપરથી અનુવર્તી ગતિને જલોનુવર્તી (hydrotropic) ગુરુવાનુવર્તી (geotropic), પ્રકાશાનુવર્તી (phototropic) વગેરે વિશેષણ લગાડવામાં આવે છે.

## પ્રકાશાનુવર્તન (Phototropism) :

ધરમાં છોડોનાં ફૂંડાં રાખવાનો જેમને શોખ છે તેમણે જોયું હશે કે જે તરફથી પ્રકાશ આવતો હોય છે તે તરફ છોડ (કોપલો લાગ. અથવા પ્રરોહ, shoot) નમે છે. જો અંગ ઉદીપક તરફ નમે તો તે અનુલોમવર્તી (positively tropic) અને ઉદીપકથી દૂર જાય તો પ્રતિલોમવર્તી (negatively tropic) કહેવાય છે. આ પ્રમાણે પ્રરોહ (shoot) કે જે પ્રકાશ તરફ વળે છે તે અનુલોમ પ્રકાશાનુવર્તી (positively phototropic) છે જ્યારે મૂળ (root) જે પ્રકાશથી દૂર જવાની ચેષ્ટા કરે છે તે પ્રતિલોમ પ્રકાશાનુવર્તી (negatively phototropic છે.)



આકૃતિ ૯૬

પ્રકાશનું અનુલોમ પ્રકાશાનુવર્તન  
(positive phototropism  
seen in a stem).

## ગુરુત્વાનુવર્તન

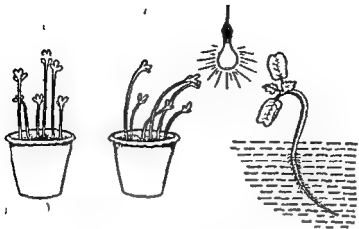
(Geotropism) :

પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે વનસ્પતિમાં જે પ્રતિક્રિયા અથવા અનુક્રિયા થાય છે તેને ગુરુત્વાનુવર્તન (geotropism) કહે છે. છોડવાળા ફૂંડાને આકૃં રાખીએ તો થોડા દિવસમાં જથ્થાશે કે પ્રરોહ વળાને જાયે જશે અને મૂળને તપાસતાં તે વળાને નીચે જતાં દેખાશે. આમ પ્રરોહ એ પ્રતિલોમ ગુરુત્વાનુવર્તી (negatively geotropic) છે અને મૂળ અનુલોમ ગુરુત્વાનુવર્તી (positively geotropic) છે.

## જલાનુવર્તન (Hydrotropism) :

જમીનમાં જે લાગ તરફ લીનાશ વધારે હોય તે તરફ મૂળ વળે છે અને આગળ વધે છે. આ રીતે મૂળ અનુલોમ જલાનુવર્તી (positively hydrotropic) છે.





આકૃતિ ૯૭

પ્રકાશાનુવર્તન (phototropism) પ્રકાંડ અનુસાર પ્રકાશાનુવર્તી (positively phototropic) છે. જ્યારે મૂલ પ્રતિસાર પ્રકાશાનુવર્તી (negatively phototropic) છે.

### સ્પર્શાનુવર્તન (Thigmotropism) :

પ્રતાન અથવા તણાવા (tendrils) ટેકાને વીંટળાઈને જાંચે ચઢે છે. ટેકા સાથે સ્પર્શ થતા પ્રતાન વળે છે. એ સ્પર્શાનુવર્તન (thigmotropism)નું ઉદાહરણ છે.

### વૃદ્ધિ (Growth)

છોડનો ભાગ અમુક દિશા તરફ વળે છે એના કારણમા ધણીવાર જે તે ભાગમાં જુદી જુદી જગાએ વૃદ્ધિનું પ્રમાણુ ઓછું-વધુ હોય છે તે હોય છે. વૃદ્ધિનો સામાન્ય ખ્યાલ (differential growth) તો બધાને હોય છે જ. હવે એ પ્રક્રમ સંબંધી જગ વિસ્તાર વિચારીએ.

વૃદ્ધિમા મૂળભૂત રીતે તો જીવદ્રવ્ય પોતાની પ્રવૃત્તિથી પર્યાવરણ (environment) માંથી જરૂરી તત્ત્વો લઈ પોતાના જેવું જ દ્રવ્ય બનાવે છે તે સ્વયંનિર્માણ (self-duplication) છે. જ્યારે કોઈ શરીરના વજન કે કદમા અથવા બનેલા કાયમી વધારો થાય છે ત્યારે, સામાન્ય રીતે, “વૃદ્ધિ ધર્મ” એમ ગણવામા આવે છે. એક કોષનું વિભાજન થઈ તેમાંથી બે કોષ

થાય છે અને દરેક નવા કોષની વૃદ્ધિ થઈ મૂળ કોષ જેવા બે નવા કોષો બને છે. વૃદ્ધિના મૂળમાં ઘણુંખરું આ ક્રિયા રહેલી હોય છે. કોષ એ જીવોનો રચનાએકમ (structural unit) છે એ જોતાં કોષની વૃદ્ધિ સંબંધી વિચાર કરીએ.

કોષ વિભાજન અને વૃદ્ધિ માટે પહેલી જરૂરિયાત તો એ છે કે કોષ પાણીથી તર થયેલો (સ્ફીટ, turgid) હોવો જોઈએ. વૃદ્ધિકાળને ત્રણ તબક્કાઓમાં વહેંચી શકાય :

(૧) નિર્માણકાળ (The Phase of Formation)

(૨) પરિવૃદ્ધિકાળ (વિવર્ધનકાળ, The Phase of Enlargement)

(૩) પરિપક્વન કાળ (The Phase of Maturation)

નિર્માણ કાળ એટલે કોષ વિભાજન થઈ નવા બે કોષો બનવાનો તબક્કો; વિવર્ધનકાળ એટલે નવા બનેલા કોષો કદમાં વધવાનો તબક્કો; અને પરિપક્વનકાળ એટલે જે તબક્કામાં કોષોનું વિશિષ્ટીકરણ અથવા વિભિન્નીકરણ (differentiation) થઈ જુદાં જુદાં કાર્યો (functions) ને અનુરૂપ કોષો તૈયાર છે તે.

વનસ્પતિવૃદ્ધિ ઉપર અસર કરતાં કારકો (Factors influencing plant growth):

(૧) ભૂમિજલ

(૨) ભૂમિજલમાંનાં ખનીજ તત્ત્વો

(૩) પ્રકાશ

(૪) ઉષ્ણતામાન

(૫) વાતાવરણ—ખાસ કરીને  $O_2$  અને  $CO_2$ ની સાન્દ્રતા.

આ સિવાય ગુરુત્વાકર્ષણ, વાતાવરણદાબ અને પવનનું જોર અને દિશા અને એવાં ખીખ કારકોની પણ વૃદ્ધિપ્રક્રમ ઉપર અસર થાય છે.

## વનસ્પતિની ઉપયોગિતા

### આર્થિક વનસ્પતિશાસ્ત્ર

આ પહેલાનાં પ્રકરણોમાં આપણે વનસ્પતિનો ઉપયોગિતાની દૃષ્ટિએ અભ્યાસ કર્યો નથી. હવે આપણે જોઈએ કે વનસ્પતિ માનવ જાતને કેટલી ઉપયોગી છે.

પ્રકાશસંલેપણવાળા પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે એ ક્રિયાને લીધે જ જીવસૃષ્ટિ આ પૃથ્વી ઉપર ટકી રહી છે અને આ ક્રિયા ફક્ત લીસારંગવાળા વનસ્પતિઓને લીધે જ થાય છે.

મનુષ્ય મુખ્યત્વે ત્રણ બાબતો માટે વનસ્પતિનો ઉપયોગ કરે છે :

- ( ૧ ) અન્ન ( Food ),
- ( ૨ ) વસ્ત્ર ( Clothing ), અને
- ( ૩ ) છત્ર ( Shelter એટલે કે રહેઠાણ માટે ઘર ).

આ ઉપરાંત પોતાના પાણેલાં જાનવરોના ખોરાક ( feed ) માટે પણ મનુષ્ય વનસ્પતિ ઉપર જ આધાર રાખે છે.

માનવ સંસ્કૃતિની પ્રગતિનો ઇતિહાસ ખેતી કરવાની કળાની પ્રગતિ સાથે સંકળાયેલો છે અને એક વખત ભટકતી જિંદગી ગાળતી માનવ-જાતિઓ ખેતી કરવા માંડતાં એક સ્થળે સ્થગિત થઈ અને એ રીતે ધીમે ધીમે નગરો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં, અને આજની લોકશાહીનાં મૂળમાં એ નગરની રાજપદ્ધતિ જ છે.

કોલંબસ તેજનાનાં દેશોમાં પહોંચવાનો ટૂંકો દરિયાઈ રસ્તાની શોધમાં જ નીકળ્યો હતો અને એ પહોંચી ગયો અમેરિકા ખંડમાં. તેજનાને કારણે જ પૂર્વના ઘણા દેશોએ પોતાની સ્વતંત્રતા ગુમાવી અને ત્યાં પરદેશીઓએ પોતાનાં સામ્રાજ્યો સ્થાપ્યાં. આધુનિક સામ્રાજ્યોના મૂળમાં કોઈ ને કોઈ ચીજના વેપાર પર એકઠાથું કાબૂ રાખવાનો હેતુ જ માન્ય પડશે.

અંશોનેએ સદીઓ સુધી ચીન ઉપર અફ્રીકાના વેપાર માટે અને હિન્દ ઉપર રૂ અને બીજા કાચા માલ માટે પોતાની સત્તા જમાવી. તેવી જ રીતે નેજાના, રબર વગેરે માટે વલંદા (Dutch) લોકોએ દૂર પૂર્વના જાવા, સુમાત્રા, ઈન્ડોનેશિયા વગેરે દેશો ઉપર અફ્રી જમાવ્યો હતો. રુષેનીશ લોકો અમેરિકા ખંડમાં સત્તા જમાવવા મથેલા તેના મૂળમાં ત્યાં થતી તળાકુની પેદાશ પથ્ય હતી.

હવે આપણે વનસ્પતિઓનું જુદા જુદા ઉપયોગ પ્રમાણે વર્ગીકરણ કરીએ.

(૧) ખોરાક (food) માટેની વનસ્પતિઓ.

(ક) ધાન્યો (અથવા શુક્રધાન્યો—cereals).

આ બધાં જ તૃણવર્ગ (Gramineae) માં આવે છે. ધાન્યો વનસ્પતિ વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ કૃષ્ણ છે. પરાપૂર્વથી માનવજાત પોતાના મુખ્ય ખોરાક તરીકે ધાન્યોનો ઉપયોગ કરતી આવી છે. ધાન્યોમાં એવું શુદ્ધ છે કે આ રીતે સદીઓથી ખોરાક તરીકે તેઓ અમ્મ સ્થાન ભોગવે છે :

(૧) ખોરાકમાં જરૂરી એવાં પ્રોટીન અને કાર્બોહાઇડ્રેટ ધાન્યોમાં સારા પ્રમાણમાં છે;

(૨) ધાન્યોમાં પાણીનું પ્રમાણ બહુ ઓછું છે એ કારણે લાંબી, મુદત સુધી ભરી રાખવા છતાં એ બગડતાં નથી;

(૩) શાકભાજીને હિસાબે ધાન્યોમાં વજનના દર એકમે પોષક તત્ત્વો વધારે હોવાથી ધાન્યો ઓછી જગા રોકે છે.

(૪) મજૂરીના પ્રમાણમાં ધાન્યોનો પાક (yield) સારો જિતરે છે;

(૫) દુનિયાના દરેક ભાગમાં કોઈને કોઈ ધાન્ય પકવી શકાય છે.

હિન્દનાં મુખ્ય ધાન્યો :—

(૧) ડાંગર (Paddy) *Oryza sativa*,

(૨) ઘઉં (Wheat) *Triticum spp.*

(૩) જુવાર (Sorghum vulgare) અને બાજરી (Pennisetum typhoides) — Indian millets.

( ૪ ) મકાઈ ( Maize ) *Zea mays*.

( ૫ ) રાગી ( *Eleusine coracana* ).

કોઠંગ ( *Paspalum scrobiculatum* ).

જવ ( *Hordeum vulgare* ).

ઑટ્સ ( Oats ) *Avena sativa* વગેરે.

( જ ) કઢોળ ( *Pulses* ) *Leguminosae* વર્ગની વનસ્પતિઓના ઓરાકમાં વપગતા સૂકવેલાં ખી. કઢોળમા પ્રોટીનનું પ્રમાણ વધારે છે અને એ ઠારણે ધાન્ય અને કઢોળ એકબીજાના પૂરક છે.

દાખલા

( ૧ ) તુવર ( *Cajanus indicus* )

( ૨ ) અડદ ( *Phaseolus mungo* )

( ૩ ) ચણા ( *Cicer arietinum* )

( ૪ ) મસૂર ( *Lens esculenta* )

( ૫ ) મગ ( *Phaseolus radiatus* )

( ૬ ) મક ( *Phaseolus aconitifolius* )

( ૭ ) વાલ ( *Dolichos lablab* )

( ૮ ) લાગ ( *Lathyrus sativus* )

( ૯ ) તેલીબિયા ( Oilseeds )

તલ ( *Sesamum indicum* )

મગફળી ( *Arachis hypogea* )

કોપરાં ( *Cocos nucifera* )

સરસવ ( *Eruca sativa* )

રાઈ ( *Brassica juncea* ) વગેરે.

( ઘ ) શાકભાજી ( *Vegetables* ) : આ વર્ગમા તેલીબિયા પછી તાજી વનસ્પતિના જે કોઈ અંગ ગંધીને ખાવામા આવે છે તે બધાનો સમાવેશ થાય છે. પોષણની દૃષ્ટિએ શાકભાજીઓથી ખનિજ દ્રવ્યો ( *minerals* )

અને પ્રથવકો ( vitamins ) મળે છે. ઉપરાંત અપાચ્ય એવો સેધુસોઝનો લાગ *Roughage* કામ કરે છે.

દાં તં મૂળ ( મૂળા, ગાજર, સકરીઆ, રતાળુ, ટેપિઓકા વગેરે ).

કાંઠ ( ખટાકા, સરખુ ).

પર્ણ ( લાજીઓ-તાંજીને, પોઈ, લૂણી, ખાલખ, આળુનાં પાન, સુવાની લાજી, કોખી વગેરે ).

પુષ્પ ( કોલી ફલાવર, અગધિયાનાં ફૂલ, વર્ષા રોળી, કેળનો દોડો વગેરે ).

ફળ ( બધી જ સીંજા, દૂધી, રીંગણાં, ટામેટાં, લીંડા, કોળુ વગેરે ).

ખીજ ( લીલા વટાણા, વાલના લીલવા, છુવરના દાણા વગેરે ).

ખટાકા અને ટેપિઓકામાં સ્ટાર્ચ પુષ્કળ હોવાથી ધાન્યની જગાએ પણ એ વપરાય છે.

કચુંબર ( Salads ), જે વનસ્પતિ અંગ મુખ્ય વાનગી સાથે કાચું ખાવામાં આવે છે તેને કચુંબરની ચીજ ગણવામાં આવે છે. અનેક જાતની વનસ્પતિનો આવો ઉપયોગ થાય છે. દાં તં કાકડી, કાંદા, ખીટ, લેટ્યુસ, મૂળા, મોગરી વગેરે.

( ૬ ) ફળ ( Fruits ) :—

જે ફળો રસાળ અને માંસાં હોય છે અને કાચાં જ ખાવામાં આવે છે તેમને સામાન્ય લાખામાં ફળ કહેવામાં આવે છે. આ દષ્ટિએ કેરી, પપૈયુ, નારંગી, ચીકુ, દાડમ વગેરે આ વર્ગમાં આવે. ધાન્યો સાચી રીતે ફળ છે ખરાં પણ ઉપર કહ્યું તે દષ્ટિએ એમની ગણતરી લોકલાખામાં ફળ તરીકે થતી નથી.

( ૭ ) સૂકો મેવો ( Dry fruits and nuts ).

બદમ ( *Prunus amygdalus* ).

અખરોટ ( *Juglans regia* ).

કાજુ ( *Anacardium occidentale* ).

પિસ્ટા ( *Pistacio vera* );

ખારેક અને ખજૂર ( *Phoenix spp.* ).

ચીલગોઝા ( *Pinus gerardiana* ).

( છ ) તેજના ( *spices* ) અને મરી મસાલા ( *food adjuncts* ).

જેમાં *essential oils* છે એવાં વનસ્પતિના કોઈ પણ અંગો જે ખોરાકમાં સોડમ ( સુગંધ, સુવાસ, *flavour* ) માટે ઉમેરવામાં આવે છે તે આ વર્ગમાં આવે છે. આમાંની ઘણી ચીજો સૂકી અને કઠણ હોય છે. તે આખી અથવા દહેલી વપરાય છે. તેજના નાખવાનો મુખ્ય હેતુ ખોરાકને વધારે સ્વાદિષ્ટ ( *tasteful* ) અને રુચિકર ( *appetising* ) કરવાનો હોય છે. દા. તો

કાંડ ( હળદર-*Curcuma longa* ),

( આદુ-*Zingiber officinale* )-સૂકું આદુ સૂંઠ કહેવાય છે

ઝાલ ( કાંડની ઝાલ-તજ-*Cinnamomum zeylanicum* )

પથુ તમાલપત્ર ( *Cinnamomum tamala* ).

મીઠો લીંબડો ( *Murraya koenigii* ).

કોરંધીર ( લીલા ધણા )-( *Leaves of Coriandrum sativum* ).

પુષ્પ-લવંગ ( અવિકસિત પુષ્પકળી )-( *Eu\_cenia caryophyllata* ).

કેસર ( ક્રોક્સસનલિકા-*style* અને ક્રોક્સસમ-*stigma* )-( *Crocus sativus* ).

ફલ એલચી ( *Elettaria cardemomum* ).

મરી ( *Piper nigrum* ).

ધણા ( *Coriandrum sativum* ).

જીરું ( *Cuminum cyminum* ).

વરીઆળા ( *Foeniculum valgare* ) વગેરે.

ખીજ-બયડળ ( *Myristica fragrans* )-બયડળ ખરી રીતે ખીજ છે અને એના ઉપરનું વધારાનું ખીજવરણ ( *additional seed coat* ) બવત્રી ( *Mace* ) તરીકે પ્રસિદ્ધ છે.

રાઈ ( *Brassica juncea* ).

આ ઉપરાંત Lichen વર્ગની કેટલીક વનસ્પતિઓ તેજનામાં દગડકુંદા નામથી વપરાય છે,

આ ઉપરાંત ખાંડ અને ગોળ એ શેરડી—*Saccharum officinarum*ના કાંડના રસમાંથી કાઢેલો સ્ફટિકમય પદાર્થ છે; સાબુદાણા એ *Metroxylon sagu* અને એને મળતા તાડ જેવા વૃક્ષોના કાંડના ગરમાંથી બનાવવામાં આવે છે. ખાંડ ખીટ ( *Beta vulgaris* )ના મૂળમાંથી પણ કાઢવામાં આવે છે.

( ૨ ) પીણીઓ ( *Beverages* ).

પીણીઓ મુખ્યત્વે એમાંનાં ઉત્તેજક તત્ત્વોને લીધે વપરાય છે. એમાં પૌષ્ઠિક તત્ત્વો ખાસ હોતાં નથી. એના મુખ્ય બે વર્ગો છે :

( ૧ ) મદ્યાકવાળાં ( *Alcoholic* ) અને

( ૨ ) મદ્યાકવિહીન ( *Non alcoholic* ).

પહેલા વર્ગમાં વ્હીસ્કી, આન્ડી, રમ, છન, સેરી, શેમ્પેઈન, ખીયર, બેવેડે, તાડી વગેરે આવે છે.

( ૨ ) મદ્યાકવિહીન પીણીઓ :—

( ક ) ચહા ( *Thea sinensis*નાં પર્ણ ),

( ઇ ) કોફી ( *Coffea arabica*નાં ખીજ ),

( ગ ) કોકો ( *Theobroma cacao*નાં ખીજ ),

( ઘ ) ઠંડક માટે પીવાતાં ગુલાબ, કેવડા, કોકમ વગેરેનાં શરબતો અને ભુદાં ભુદાં ફળના રસ.

( ૩ ) પ્રાણીઓ માટે ઘાસચારો ( *feed for animals, fodders* ).

ધાન્યોનાં ખરાળ અને કડળ ( *straw* ) અને તૃણવર્ગની વનસ્પતિનાં પાન અને છોડના કુમળા ભાગો ઢોરને ખવડાવવામાં આવે છે. આવી વનસ્પતિઓના લીલા છોડ પણ ઢોરને ખવડાવે છે.

દૂધાળાં ઢોરને અને બળદોને જરૂર પડે કપાસિયા, મેથી, કુશકી, બોળ વગેરે ખવડાવવામાં આવે છે.



(૪) રોનજી, કામળા કંતાન, દોગડા, વસ્ત્રો, બનાવવા માટે વપરાતા તાં અને રેષા.

(ક) ૩ ( **Gossypium spp** ના cotton બીજ ઉપરના તાં Fibres ).

(ર) શણુ—**Jute ( Corchorus spp )** ના કાડાથી કાઢેલા રેષા. એમાંથી કંતાન અને દોરડા બને છે.

(ગ) લીનન—અળસી ( **Linum usitattissimum** ) ના કાડના રેષા. એમાંથી કાપડ અને દોરી બનાવવામાં આવે છે.

(ઘ) કાથી ( **Cocos nucifera** ) નાળિયેરીના ફલાવગજીના બાહ્યસ્તરમાંથી કાઢેના રેષા. એમાંથી દોગડા, સાદડી, પગથુહણિયા, વગેરે બને છે. તે ઉપરાંત ફર્નિચમાં ગાદી બનાવવા માટે પણ એનો ઉપયોગ થાય છે.

(જ) આ ઉપરાંત નેનરના કાડની પાતળી પટ્ટાઓ અથવા આખા પાતળા કાડો તેમ જ વાસના કાડોની પટ્ટીમાંથી ફર્નિચ અને સાદડીઓ બનાવવામાં આવે છે ખસ ( **Vetiveria zizanioides** ) ના રેષામય તંતુમૂળ ( **Fibrous roots** ) માંથી પ્રખ્યાત ખસની ટટ્ટી અને પ આ બને છે

(ચ) શીમળા ( **Salmalia Malabarica** ) ના બીજ ઉપરના તાંએ પાદી, ગાદલા, ઓશીકા વગેરે બનાવવાના કામમાં આવે છે

(૫) ઈમાની લાકડા ( **Timber** ) :—

(ક) સાગ **Teak—Tectona grandis**

(ર) સીસમ **Dalbergia sissoo.**

(ગ) દેવદાર **Cedrus deodara.**

(ઘ) સાલ **Shorea robusta.**

(જ) મદ્દો **Madhuka latifolia.**

( જ ) સાદઃ *Terminalia tomentosa*.

( ઢ ) બાવળ *Acacia arabica*.

એર *Acacia catechu*.

( જા ) વાંસ *Bambusa arundinacea* વગેરે.

આ ઉપરાંત તાકનાં પાન અને કેટલીક જાતનાં ઘાસ ઝુંપડીઓ બનાવવા માટે વપરાય છે.

( ૬ ) ઔષધીય વનસ્પતિ ( Medicinal plants ).

અસંખ્ય વનસ્પતિઓ આ કામે વપરાય છે, અને વનસ્પતિનાં જુદાં જુદાં અંગો કામમાં આવે છે. મુખ્યત્વે અલ્કલોઈડ ( alkaloid ) વર્ગનાં રસાયણ ધરાવતી વનસ્પતિઓ વધારે વપરાય છે. જાણીતા દાખલાઓમાં કિનાઈન-*Cinchona* spp.ની છાલમાંથી મળે છે જ્યારે સર્પગંધા (*Rauwolfia serpentina*)નાં મૂળમાંથી ‘ રીસર્પાઈન ’ નામનું અલ્કલોઈડ નીકળે છે. ધંતુરો (*Datura* spp.), આંકડો (*Calotropis* spp.), રદતી *Capparis moonii*, અરડુસો (*Adhatoda vasica*), ઈન્ડિયન (*Holarrhena antidysenterica*) વગેરે.

કુગ વર્ગની પેનિસિલિયસ જેવી વનસ્પતિઓમાંથી પેનિસીલીન, સ્ટ્રેપ્ટોમાઈસીન વગેરે એન્ટિબાયોટિક ઔષધીઓ બનાવવામાં આવે છે.

( ૭ ) આ સિવાયની ઔદ્યોગિક ઉપયોગની વનસ્પતિઓ.

( ક ) રબર (*Ficus elastica* અને *Hevea brasiliensis*).

( જા ) બૂચ *Cork-Quercus* spp.

( ગ ) કાગળ બનાવવાના ઉદ્યોગમાં વપરાતી વનસ્પતિઓ—  
વાંસ, વાંસની જાતો જેમાં સારા પ્રમાણમાં શુદ્ધ સેલ્યુલોઝ મળે એવી જાતિઓ.

( ઘ ) Essential oils, વગેરે.

( ઙ ) ગુંદર, રાળ, ચર્મ ઉદ્યોગમાં વપરાતો ટેનિન મેળવવામાં ખૂબ લાગતી વનસ્પતિઓ.

વનસ્પતિ શાસ્ત્રની જે શાખામાં વનસ્પતિઓનો તેમની આર્થિક ઉપયોગિતાની દૃષ્ટિએ અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને આર્થિક વનસ્પતિ-શાસ્ત્ર (Economic Botany) કહે છે.

### અનુપ્રયુક્ત વનસ્પતિશાસ્ત્ર (Applied Botany)

વનસ્પતિ શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન( Plant Physiology)નાં અન્વેષણે વનસ્પતિ પ્રસાર અને ખેતીવાડીની વધારે સારી રીતે જોળવામાં ધણું ઉપયોગી નીવડ્યાં છે. તે જ પ્રમાણે વનસ્પતિજન્ય ઉત્પાદનોને જળવવાની રીતે જોળવામાં વનસ્પતિ શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન અને રોગવિજ્ઞાન તેમ જ સૂક્ષ્મજીવવિદ્યા ( Microbiology)માં થયેલી શોધો મહત્વની રીતે ઉપયોગી નીવડી છે. આ ઉપરાંત વનસ્પતિશાસ્ત્રની જુદી જુદી શાખાઓમાં થયેલા અન્વેષણોથી સ્થપાયેલા સિદ્ધાંતો કૃષિવિજ્ઞાન (શસ્યવિજ્ઞાન અથવા Agronomy)ઉદ્યાનવિજ્ઞાન ( Horticulture), વનવિજ્ઞાન (વનવિદ્યા, Forestry). આ ઔષધનિર્માણનાં ક્ષેત્રો ( Medicine, Pharmacology વગેરે)માં ઉપયોગી છે.

વનસ્પતિઓને વનસ્પતિજન્ય રોગો પણ ધણા થાય છે. આવા રોગો સંબંધી અભ્યાસ કરવો એ ખેતીવાડી માટે અને ઔદ્યોગિક દૃષ્ટિએ ખાસ મહત્વનું છે. આજો અભ્યાસ વિજ્ઞાનની વનસ્પતિ રોગવિજ્ઞાન (Plant Pathology) નામની શાખામાં પરિણમ્યો છે.

### વનસ્પતિઓને થતાં રોગો

પ્રાણીઓની જેમ વનસ્પતિઓને પણ રોગો થાય છે. આ રોગો સંબંધી અભ્યાસ કરવો એ ધણું મહત્વનું છે કારણ કે આવા રોગોને કારણે ખેતીવાડીમાં કસોટી રૂપિયાનું નુકસાન થાય છે. આ વિષયમાં એટલું બધું કામ થયું છે કે વનસ્પતિરોગવિજ્ઞાન ( Plant Pathology) સ્વતંત્ર વિદ્યા શાખા તરીકે વિકસ્યું છે.

વનસ્પતિને થતા રોગો સામાન્ય રીતે ત્રણ પ્રકરના હોય છે : ( ૧ ) પરજીવીજન્ય રોગો ( parasitic diseases), ( ૨ ) અપરજીવીજન્ય રોગો અને ( ૩ ) વાઈરસજન્ય રોગો ( virus diseases). નામ દર્શાવે તેમ પરજીવીજન્ય રોગો પરજીવીઓ( Parasites)ને કારણે થાય છે; વાઈરસ

આ રીતે આ “રસ્ટ”નું જીવનચક્ર પૂરું થવા માટે બે પરપોષીઓ (Host)ની આવશ્યકતા રહે છે.

### કુંડ અથવા સ્મટ (Smut)

જે છોડોને આ રોગ થાય છે તેના ઉપર કાળજી જેવા દેખાતા સ્પોરો-સમૂહો એ રોગની લાક્ષણિક નિશાની છે. આ રોગો ઘઉં, જુવાર, બાજરી, મકાઈ વગેરે ધાન્યોને થાય છે. પરપોષી છોડને ફૂલ આવીને દાણા બંધાયા પછી આ રોગની જનક ફૂગ વધારે સ્પષ્ટ રીતે ધ્યાનમાં આવે છે. એક વાર ફૂગ દાણામાં ભરાયા પછી રોગ ઝડપથી વધે છે અને કાળા કાળજી જેવા સ્પોરો બને છે. પરપોષીના દાણા ફૂગથી ભરાઈ જાય છે. સ્પોરો પવનથી જીડીને બીજે પડે છે અથવા છોડ પાસે જ જમીનમાં પડી નજીકના બીજ છોડોને લાગી શકે છે.

### બેક્ટીરિયા :

બેક્ટીરિયા (Bacteria) કદાચ બધા જીવપિંડોમાં સૌથી નાના અને સરળ રચનાવાળા હશે. તેઓ પરજીવી (Parasitic) અથવા શવજીવી (Saprophytic) હોય છે. તેઓ લગભગ સર્વવ્યાપી છે. આપણી આજુ-બાજુ હવામાં, પાણીમાં અને માટીમાં તેઓ હોય છે, ધણાખરાં બેક્ટીરિયા બિનનુકસાનકારક છે; ઘોડાં તો ઉપયોગી પણ છે પરંતુ જે ઘોડાં બેક્ટીરિયા રોગજનક છે તે આપણે માટે ભારે મહત્વનાં છે.

કદ અને રચના : નાનામાં નાનું બેક્ટીરિયમ આશરે અર્ધાં માઈક્રોન (માઈક્રોન એટલે મિલિમીટરનો હજારમો ભાગ)જેટલું લંબાઈમાં હોય છે પરંતુ સામાન્ય રીતે બેક્ટીરિયા લગભગ ૨ માઈક્રોન જેટલાં હોય છે. દર્દીના એક ટીપામાં લાખો બેક્ટીરિયા મળી શકે એટલા નાના કદનાં એ હોય છે. બેક્ટીરિયમ ‘કોપન’ કવચ (Wall) સેલ્યુલોઝનું પણ નથી બનેલું હોતું કે નથી ચીટીનનું. એ કોષોમાં ક્લોરોફીલ પણ નથી હોતું, તેમ જ કોપકેન્દ્ર (Nucleus) પણ સ્પષ્ટ દેખાતું નથી. કેટલીક જાતિઓ અતિશીલ નથી હોતી તો કેટલીક જાતિનાં બેક્ટીરિયા પ્રવાહી માધ્યમમાં સક્રિય રીતે તરી શકે છે. તરવાનું સામાન્ય રીતે સીલિયા અથવા ચલનતંતુ કે ચલનરોમ (Cilia)ને કારણે શક્ય બને છે.

આકાર : સામાન્યતઃ ત્રણ પ્રકારના આકારોનાં બેક્ટીરિયા મળે છે :

( ૧ ) ગોળાકાર જેમને ગોલાણુઓ અથવા કોકસો ( Coccus ( sing ) cocci ( pl. ) કહે છે, ( ૨ ) સળી જેવા આકારના બેક્ટીરિયા દંડાણુ ( Bacillus ( sing ), Bacilli ( pl. ) કહેવાય છે અને ( ૩ ) ટૂંકા કે લાંબા ગૂંચળા જેવા આકારના બેક્ટીરિયા સપિલાણુ ( Spirillum ( sing. ), sprilla ( pl. ) ) કહેવાય છે કેટલાક બેક્ટીરિયાને પાતળા ચલનતંતુ ( cilia ) અથવા અંતસ્થ કશા ( terminal flagella , flagellum ( sing ) હોય છે બેક્ટીરિયા સાકળરૂપે તાંત્ર ( filament ) રૂપે અથવા કોપસમૂહના રૂપમાં મળી શકે છે,

**જનન ( Reproduction )** અનુકૂળ પ્રકારનું માધ્યમ મળે તો સગળ પ્રકારનું વિખંડન ( Fission ) થઈને બેક્ટીરિયાની નોંધપાત્ર ઝડપે સંખ્યાવૃદ્ધિ થાય છે કેટલાક તો દર વીસ મિનિટે એક વાર એટલી ઝડપે વિભાજન પામે છે એક ગજુની પ્રમાણે એક જ કોલેરા-બેક્ટીરિયમ મહત્તમ ઝડપે ૨૪ કલાક વિભાજન પામ્યા કરે તો એટલા વખતમાં એ એક જ બેક્ટીરિયમમાથી ૪૭૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ બેક્ટીરિયા બને અને તેમનું વજન ૨,૦૦૦ ટન જેટલું થાય કેટલાક બેક્ટીરિયામાં સ્પોર બને છે, આ સ્પોર એકકોષી હોય છે અને તેમાંથી ખીબું બેક્ટીરિયમ વિકસી શકે છે ઔદ્યોગિક જાતિના સ્પોરો ઇંચુ ઉખ્યુતામાન, ઝેરી પદાર્થો અને ખીબા પ્રતિકૂળ કારકોની અસર ખમી શકે છે

**તુકસાનકારક બેક્ટીરિયા :** માણસોને થતા ઘણા ચેપી રોગો બેક્ટીરિયાને લીધે થાય છે, આવા રોગોમાં ક્ષય, કોગળિયું અથવા પ્લેગ, કોલેરા ટાયફોઈડ, ન્યુમોનિયા અને મેનીનગર્ધીસનો સમાવેશ થાય છે પાણેલા પશુઓને થતા કેટલાક ગંભીર રોગો માટે પણ બેક્ટીરિયા જવાબદાર હોય છે કેટલાક બેક્ટીરિયા ખોરાકની ચીજોમાં સળે ઉત્પન્ન કરે છે. દુનિયામાં થતા કુલ મૃત્યુના ૫૦ ટકાથી વે વધારે માટે બેક્ટીરિયા કાગળુભૂત હોય છે

**ફાયદાકારક બેક્ટીરિયા :** બેક્ટીરિયા માન તુકસાન જ કરે છે એવા ખ્યાલ હોય તો તે કાઢી નાખવો જોઈએ એમની ઉજળા બાજુ પણ પ્લાનમાં લેવી જોઈએ મૃત્યુ પામેલા પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓના શરીરો ને બેક્ટીરિયાની પ્રવૃત્તિને કારણે સડી જતા ન હોત તો વનસ્પતિવૃદ્ધિ માટે આવશ્યક એવા કેટલાક તત્ત્વો ખૂબી પડે. નાનિમધક ( Nitrogen fixing ) બેક્ટીરિયાને કાગળે જમીનની ફળદ્રુપતા વધે છે એસીટિક એસિડ

બેક્ટીરિયા વડે આક્રોહોલનું ક્રિયન (Fermentation) થઈ સરકો અથવા પીનેગર બને છે. દૂધનું દહીં લેક્ટિક એસીડ બેક્ટીરિયાને કારણે થાય છે. કેટલીક બહુ વખણાતી ચીઝ (પનીર)ની સોડમ બેક્ટીરિયાપ્રવૃત્તિને આભારી છે. ચર્મ, શણ અને ફ્લેક્સ, (flex) ઉલોગોમાં પણ બેક્ટીરિયા મહત્વનો ભાગ ભજવે છે.

### ઈકોશાસ્ત્ર (પારિસ્થિતિકી)

જીવ (Organism) અને એની આબુખાબુની પરિસ્થિતિ (environment) એ બંનેની પારસ્પરિક અસરો ધ્યાનમાં લીધા વિના એ બેમાંથી એકેને સારી રીતે સમજી શકાય એમ નથી. જે વિદ્યાશાખામાં જીવ-પરિસ્થિતિના આવા પરસ્પર સંબંધોનો અભ્યાસ થાય છે તેને અંગ્રેજીમાં Ecology (અસલગ્રીક Oikos=Houses એઈકોસ=રહેઠાણ ઉપરથી) કહે છે. જૂનો શબ્દ Oecology હતો. ગ્રિન્ડ સરકારની સમિતિએ પારિસ્થિતિકી અથવા પરિસ્થિતિ વિજ્ઞાન શબ્દ ઈકોલોજી માટે ચોંટાડ્યો છે પણ એમાં જીવ અને પરિસ્થિતિના પરસ્પર સંબંધો ભાવ રૂપે થતો નથી. આ દૃષ્ટિએ (સંસ્કૃત ઓક અથવા ઓકુ=રહેઠાણ, સ્થાન વગેરે ઉપરથી) ઈકોશાસ્ત્ર, ઓકશાસ્ત્ર, ઓકસવિજ્ઞાન, જીવૈકશાસ્ત્ર (જીવ+ઓક ઉપરથી) અથવા જીવૈકસી જેવા શબ્દો વધારે સારા લાગે છે. અહીં કરેલી ચર્ચામાં આપણે ઈકોશાસ્ત્ર શબ્દ Ecologyના પર્યાય તરીકે રાખીશું.

જીવની પરિસ્થિતિમાં ઘણી બાબતો કારકોનો સમાવેશ થાય છે. એમાં જમીન સંબંધી, વાતાવરણ સંબંધી અને ખીજ જીવો સંબંધી કારકોની ગણના કરવી પડે.

આવા અભ્યાસમાં ભૌતિકશાસ્ત્ર, રસાયણશાસ્ત્ર, જૂસ્તરશાસ્ત્ર, દયામાન-શાસ્ત્ર વગેરે અનેક વિજ્ઞાનશાખાઓનો ઉપયોગ કરવો પડે એ તો દેખીતું છે. વળી ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ તારવેલા મુદ્દાઓ ખેતીવાડી, વનવિદ્યા, વન્યપ્રાણી-રક્ષણ જેવી અનેક ખાજતોમાં ઉપયોગી નીવડે એ સંમતિનું પણ અર્થ નથી.

જીવો પ્રાણી અને વનરૂપતિ એ બે મુખ્ય પ્રકારોમાં વહેંચાયેલા છે અને એ બે વચ્ચેના તફાવતો એવા કે ઘણી રીતે મૂળભૂત સામ્ય હોવા છતાં પ્રાણીઓ અને વનરૂપતિની જીવનપ્રણાલી એકબીજાથી આગવી છે. ઉચ્ચ શ્રેણીના (બંને પ્રકારના) જીવોને માટે આ વાત અતિ રૂપે છે;

એની વનસ્પતિઓ જમીનમા એક સ્થાને મૂળ દ્વાગ જડાયેલી હોય છે જ્યારે પ્રાણીઓ એક સ્થાનેથી બીજે સ્થાને સામાન્ય રીતે અને સરળતાપૂર્વક દિવસ્યાલ કરતા હોય છે

આ પુસ્તકમા ઈકોશાસ્ત્રનો વિચાર મુખ્યત્વે વનસ્પતિઓના તદર્ભમા કરીશું વનસ્પતિવૃદ્ધિ ઉપર અસર કરતા કારકોને ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ ત્રણ વિભાગોમા વહેંચી શકાય ભૂમિવિષયક કારકો (Edaphic factors, મૃદ્દીય કારકો) હવામાનવિષયક કારકો (Climatic factors, જનવાયુ સંબંધી કારકો), જીવ વિષયક કારકો (Biotic factors) જમીનોના ભૌતિક અને ગસાયણિક ગુણધર્મો ઉપરથી એમનું વર્ગીકરણ કરવામા આવે છે જમીનના આવા ગુણધર્મો કેવા છે તે ઉપરથી જે તે જમીનમા કઈ વનસ્પતિ મારી રીતે જિતશે અથવા અમુક ચોક્કસ વનસ્પતિની વૃદ્ધિ કેવી થશે તે નક્કી થાય છે ખનિજપોષક તત્ત્વો વનસ્પતિને જમીનમાથી મૂળદ્વારા મળે છે એ જોતા જમીનવિષયક કારકો વનસ્પતિવૃદ્ધિ માટે કેટલા અગત્યના હોઈ શકે તે સમજી શકારો મૂળ સિવાયનો વનસ્પતિનો ભાગ (ભૂમિરિશ્ત વનસ્પતિ ઓની બાબતમા) વાતાવરણમા રહે છે, અને પ્રકાશસંલેપણ (શબ્દાર્થ સૂચવે છે તેમ) પ્રકાશ ઉપર અવલંબિત છે અને જમીનમા પાણી વરસાદને કારણે એકઠું થાય છે તેમ જ વનસ્પતિના જીવન પ્રક્રમે ઉપર ઉષ્ણતામાનની ભારે અસર પડે છે આ બધી હકીકતો ધ્યાનમા લેવાથી પ્રકાશ ઉષ્ણતામાન અને વરસાદ જેવા વાતાવરણીય અથવા હવામાન વિષયક કારકોનું મહત્ત્વ સમજી શકાય આ બે પ્રકારના કારકો ઉપરાંત જે તે જીવની જીવનપ્રણાલી ઉપર એના પડોરી એવા બીજા જીવોની—પ્રાણીઓ તેમ જ બીજા વનસ્પતિઓની—ભારે અસર પડે છે જમીનમાના ઉપલબ્ધ પોષક તત્ત્વો માટે નજીક નજીકની વનસ્પતિઓ વચ્ચે હસ્તિય ઉદ્ભવની શકે, કેનીક વાગ એવું પણ બને છે કે એક વનસ્પતિના મૂળમાથી સ્વતંત્ર પદાર્થ બીજા વનસ્પતિ માટે ધાત્મ નીવડે છે વનસ્પતિઓ અને કેટલાક કીટકો વચ્ચે પરાગનયન સંબંધી ગાઢો સંબંધ હોય છે વનસ્પતિ માટે અમુક કીટક કે પક્ષીની હાજરી પરાગનયન માટે જરૂરી હોય અને તે કીટક કે પક્ષી પોતાના પોપણ માટે તે વનસ્પતિ ઉપર અવલંબન ધરાવતું હોય એવા ઘણા દાખલાઓ છે દોર, બકરા, ઘેટા વગેરે પ્રાણીઓ વનસ્પતિને ચરી ખાય છે તો કેટલીક વનસ્પતિઓ એમને માટે ઝેરી હોય છે વળી સાથે જિગતી અને વનસ્પતિઓમાની અમુક આવા પ્રાણીને વધારે ભાવતી હોય એવું પણ બનવાનું જ

છે. આમ હોય તો બાકીની વનરૂપતિઓ પ્રાણીઓ દ્વારા થતા લક્ષણમાંથી બચી જાય છે, પ્રાણીઓમાં વિશિષ્ટ સ્થાન ધરાવતા એવા મનુષ્ય પ્રાણીની પ્રવૃત્તિની પણ વનરૂપતિજીવન ઉપર ભારે અસર પડે છે, ખેતી કે ઈમારતી લાકડાં માટે મનુષ્ય દ્વારા ઘણી વાર જંગલોને નાશ કરવામાં આવે છે તો એને ઉપયોગી એવી વનરૂપતિઓનો ખાસ કાળજીપૂર્વક ઉછેર પણ કરવામાં આવે છે. આમ વનરૂપતિજીવન માટે જીવીય કારકો પણ મહત્વનાં છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય અભ્યાસ કોઈ પણ જાતિ (Species) પૂરતો મર્યાદિત રાખવામાં આવે છે એટલે કે જે તે જાતિના જીવનચક્રનો ઈકોશાસ્ત્રીય રીતે અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને વૈયક્તિક ઈકોશાસ્ત્ર (Autecology, વ્યક્તિપરિસ્થિતિટ્ટા) કહે છે, જ્યારે વનરૂપતિસમૂહને એકમ તરીકે રાખીને એટલે કે વનરૂપતિઓના સમૂહજીવનનો અગર તો સામાજિક જીવનનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને સમુદાય ઈકોશાસ્ત્ર (સમુદાય પરિસ્થિતિટ્ટા, Synecology) કહે છે. બીજા દૃષ્ટિબિંદુથી જોતાં જે તે વનરૂપતિસમૂહનો એ જે તે વખતે હોય તે રૂપમાં એના જાતિજન્યધારણ (Species composition) પરંવે અભ્યાસ થઈ શકે છે. જંગલોના આર્થિક વિનિયોગ માટે આવી માહિતી ઘણી ઉપયોગી થાય. યુરોપમાં થયેલા ઘણાંખરાં ઈકોશાસ્ત્રીય અધ્યયનો આ દૃષ્ટિબિંદુથી થયેલાં છે. વનરૂપતિસમૂહને જોવાના બીજા ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિબિંદુ પ્રમાણે કોઈપણ સ્થળે કાળના વહેવા સાથે વનરૂપતિઓનું અનુક્રમણ (Succession) થાય છે, જે તે સ્થળે જમીનવિષયક અને હવામાનવિષયક કારકો પ્રમાણે કાળે કરીને વનરૂપતિસમૂહનું ગતિશીલ સમતોલન (dynamic equilibrium) સંધાય છે. આવા સમૂહને ચરમ સમુદાય (Climax community) કહે છે. આ ચરમ અવસ્થાએ (Climax) પહોંચનાં સુધીમાં અનેક અવસ્થાઓ (તળાકાઓ, stages)નું અનુક્રમણ થાય છે. એવી વચ્ચેની અવસ્થાએ પહોંચેલા વનરૂપતિ સમુદાયને અવસ્થા પ્રમાણે જુદાં જુદાં નામ અપાય છે, આ નામ અવસ્થાનિર્દેશક છે. કોઈપણ સ્થળનો વનરૂપતિ સમુદાય કઈ અવસ્થામાં છે અને (જે હસ્તક્ષેપ ન કરવામાં આવે તો) ભવિષ્યમાં કયા પ્રકારની ચરમ અવસ્થા સ્થપાશે તે નક્કી થઈ શકે છે. અમેરિકામાં થયેલા ઈકોશાસ્ત્રીય અધ્યયનમાં આનું દૃષ્ટિબિંદુ મહત્વનું સ્થાન ધરાવે છે. વનવિકાસ અને ભૂમિ ઉપયોગ (land utilization) માટે આ દૃષ્ટિબિંદુ ઉપયોગી છે.



બધા જ પ્રકારના જીવોના સમૂહને એકમ તરીકે રાખીને પણ ઈકોશાસ્ત્રીય અન્વેષણ થઈ શકે; આવા સમૂહને જીવમંડલ ( Biosphere ) કહી શકાય. આજુ' જીવમંડલ અને એના પર્યાવરણનો કારક સમૂહ એ બેને સાથે લઈ એ તો ઔકસીકારકતંત્ર ( Ecosystem ) બને છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય અન્વેષણ કરવાની બીજી રીત પૃથ્વીને અનેક પ્રકારનાં શક્તિ-ચક્રો ( energy cycles )ના સમવાય ( complex ) તરીકે લેખવાની છે. આ દૃષ્ટિબિંદુ પ્રમાણે જીવો આવાં ચક્રોના ઘટક છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ વનરુપતિઓનું વર્ગીકરણ વિવિધ રીતે થઈ શકે છે. છાંતો છાયાપ્રિય ( shade-loving ) અને પ્રકાશ પ્રિય ( Sun-loving ) વનરુપતિઓ; અથવા તો પર્યાવરણમાં પાણી કેટલી હદે ઉપલબ્ધ છે એ મુદ્દા ઉપર વનરુપતિમાં થયેલા સમાયોજન ( અનુકૂલન, adaptation ) પ્રમાણે વનરુપતિઓને જલોદ્ભિદ ( Hydrophytes ), મરુદ્ભિદ ( Xerophytes ), મધ્યોદ્ભિદ ( Mesophytes ) અથવા અથવા આર્દ્રતોદ્ભિદ ( Hygrophytes )ના વર્ગમાં મૂકી શકાય. આવા વર્ગો વચ્ચે બહિરાકૃતિ અને આંતરિક રચના પરત્વે લાક્ષણિક ભેદો હોય છે. વૃદ્ધિ માટે પ્રતિકૂળ કાળ પાર કરીને જાતિ સાતત્ય વનરુપતિઅંગના જે ભાગ વડે જળવાળ છે તેની રચના અને સ્થાન તેમ જ જમીનની સપાટીથી એ ભાગનું અંતર કેટલું છે એ મુદ્દાઓ ઉપર પણ વનરુપતિઓનું ઈકોશાસ્ત્રીય વર્ગીકરણ કરવામાં આવેલું છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિબિંદુનું શૈક્ષણિક મૂલ્ય પણ ધણું છે. આપણી આજુ-બાજુની દુનિયાનું આ દૃષ્ટિબિંદુથી જોતાં નવી જ જાતનું દર્શન થાય છે અને એક પ્રકારનો સૌન્દર્યતમક આનંદ ( aesthetic pleasure ) અનુભવી શકાય છે.

### આનુવંશિકતા

માળાપ તરફથી સંતતિને જે ગુણ અવગુણ વારસામાં મળે છે તે અનુવંશ. માળાપના ગુણ અવગુણ સંતતિમાં જિતરે છે તે ઘટના તે આનુવંશિકતા ( Heredity ), જાતિસાતત્ય જળવવા માટે આ ઘટના મૂળભૂત રીતે મહત્વની હોઈ બધા જીવંતોમાં એ ઘટના વિશે સામ્ય હોવું જોઈ એ એમ ધારીને એ ઘટના સંબંધી વિચાર કરી શકાય. આ પ્રકરણમાં

કરેલી ચર્ચા ખાસ કરીને સિંગલેદ (Sexuality) માળા જીવપિંડના સંબંધમાં કરેલી છે. સિંગલેદ દર્શાવતો દોષ પણ જીવપિંડ પછી તે મનુષ્ય કે બીજું પ્રાણી હોય કે દોષ ઉચ્ચતર વનસ્પતિ અથવા તો કોંટાણું (બેક્ટેરિયા) હોય—સામાન્ય રીતે તેનાં મા અને બાપ હોય જ. માબાપ (parents) અને સંતતિ (Offspring) વચ્ચે પેઢીનો સંબંધ બતાવવા માટે અંગ્રેજીમાં માબાપ માટે “P” એવી સંજ્ઞા વાપરીને એમની સંતતિ માટે “F<sub>1</sub>” (First filial generation) એવી સંજ્ઞા રાખવામાં આવે છે. “F<sub>1</sub>” પેઢીની સંતતિને “F<sub>2</sub>” કહે છે અને એ જ રીતે બીજી પેઢીઓ વિશે આપણી ભાષામાં F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> વગેરે માટે સંધી, સંધી<sub>2</sub> (સંતતિ પીઢી, સંતતિ પીઢી<sub>2</sub> એ હિન્દી શબ્દોના પ્રથમાક્ષરો લઈને) એવી સંજ્ઞા યોગ્ય શકાય.

આનુવંશિકતાતંત્રના સ્વરૂપ વિશે સેક્રે વર્ગોથી અનેક માન્યતાઓ ચાલતી આવે છે અને જુદા જુદા વાદો રજૂ થયેલા છે. વીસમી સદીની શરૂઆતથી જો કે વૈજ્ઞાનિકોએ લગભગ એક મતે મેન્ડલ (Mendel) નામના વૈજ્ઞાનિકે રજૂ કરેલા વાદનો સ્વીકાર કર્યો છે. મેન્ડલના વાદની રજૂઆત પહેલાંની માન્યતાઓ આનુવંશિકતા અને લોહી વચ્ચેના માની લીધેલા સંબંધ ઉપર નિર્ભર હતી.

“લોહીની સમાર્પ,” “લોહીમાં હોવું” વગેરે શબ્દપ્રયોગો ઘણી ભાષાઓમાં પ્રચલિત છે. આવી માન્યતાઓનો મુખ્ય પ્વનિ આવો હોય છે : માબાપ અને સંતતિ વચ્ચે સામ્ય દેખાય છે કારણ કે સંતતિમાં માબાપનાં લોહીનું ગિત્રણ થયેલું હોય છે. સંતતિનાં લક્ષણો માબાપનાં લક્ષણ જેવાં કે તેમનાં લક્ષણોની વચ્ચેનાં હોય છે ત્યારે તો કંઈક અંશે આવા વાદથી માબાપ અને સંતતિનાં લક્ષણો વચ્ચેનો સંબંધ સમજી શકાય, પરંતુ સંતતિનાં લક્ષણ જ્યારે બેમાંથી એક જ જન્મદાતા (parent) નાં લક્ષણને મળતાં આવે ત્યારે અથવા અમુક લક્ષણો માનાં જેવા હોય, અમુક બાપનાં જેવાં હોય અને અમુક વચગાળાનાં હોય અને કેટલાંક તદ્દન જુદી જ જાતનાં હોય ત્યારે આ વાદ ઉપયોગી નીવડતો નથી.

આનુવંશિકતાતંત્રનું સ્વરૂપ સમજાવે એવો વાદ મેન્ડલ પહેલાં રજૂ નહોતો થઈ શક્યો એનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બધી વિચારણામાં જાણે કે અમજે. “લોહી”નો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કે અસ્પષ્ટ રીતે ગૃહિત કરવામાં આવ્યો

હતો. ખીજું કારણ એ હતું કે લક્ષણોને વ્યક્તિગત રીતે નહીં જોતાં કેઈ પણ વ્યક્તિનાં લક્ષણ સમૂહને અનુવંશ એકમ તરીકે ગ્રહણમાં આવતો હતો.

મેન્ડેલે આ વિચારસરણીમાં ક્રાંતિકારી ફેરફાર કર્યો. એક તો એણે લક્ષણોની આનુવંશિકતાને લક્ષણ દીક તપાસી અને ખીજું આનુવંશિકતા અને લોહી વચ્ચેનો ખ્યાલ છોડી દીધો. મેન્ડેલ હાલના ચેકોસ્લાવિયાના બ્રનો (Brno) — જે તે વખતે ઓસ્ટ્રિયામાં હતું અને Brünn નામે જાણખાતું હતું — શહેરમાં જોગણીસમી સદીમાં એક કેથોલિક સંપ્રદાયનો સાધુ હતો. વિધેના યુનિવર્સિટીમાંથી વિજ્ઞાનનો સ્નાતક થયા પછી મેન્ડેલનું મુખ્ય કામ આશ્રમમાં વિજ્ઞાન શિક્ષક તરીકે હતું. કુરસદના સમયમાં એણે આનુવંશિકતા સંબંધી પ્રાયોગિક અન્વેષણો કર્યાં. આ અન્વેષણો વટાણા (*Pisum sativum*) ના છોડ ઉપર કરવામાં આવ્યાં હતાં. આ છોડને પ્રાયોગિક છોડ તરીકે લેવાની પાછળ પણ સ્પષ્ટ વિચારસરણી હતી. આ પ્રયોગોનું વિગતવાર વર્ણન મેન્ડેલના પોતાના સંશોધન અહેવાલમાં આપેલું છે (મૂળ અહેવાલ જર્મન ભાષામાં છે; એનો અંગ્રેજી અનુવાદ ઉપલબ્ધ છે. જુઓ *Experiments in Plant Hybridization by Gregor Mendel. Appendix of the book Principles of Genetics by Sinnott, Dunn and Dobzhansky, 5th Edition, McGraw Hill, 1958*).

મેન્ડેલે સૌ પ્રથમ તો વટાણાના એવા છોડ પસંદ કર્યા જે અમુક ચોક્કસ લક્ષણ (દાંતડા ફૂલનો રંગ, છોડની જાંચાઈ વગેરે) ની જાળવણીમાં તદ્દપજનક (true breeding) હોય એટલે કે એ લક્ષણવાળા છોડ ઉપર કૃત્રિમ રીતે સ્વપરાગસેચન (self-fertilization; selfing) કરીને મેળવેલાં ખીજમાંથી થતાં છોડમાં પણ પેઢી દર પેઢી એ જ લક્ષણ દેખાય. એ પછી એક જ લક્ષણ (દાંતડા ફૂલનો રંગ) નાં વિકલ્પી રૂપો (દાંતડા લાલ અથવા સફેદ) ધરાવતા છોડોનું કૃત્રિમ પરાગસેચનથી સંકરણ (crossing, hybridization) કરવામાં આવ્યું. એ સંકરણથી મળેલા સંકરખીજ (અથવા સંકરિત ખીજ — hybrid seed) માંથી જોગેલા છોડમાં જે વિકલ્પીરૂપ સંકર (hybrid) માં દેખાયું તેને મેન્ડેલે “પ્રભાવી (dominant)” કહ્યું અને જે રૂપ દુર્ગાઈ થયું તેને “અપ્રભાવી (recessive)” કહેવામાં આવ્યું. એનું પણ જોવામાં આવ્યું કે જુદાં વિકલ્પી લક્ષણો ધરાવતા

તદ્વપજનક ઊંડોના સંકરણથી મળેલી સંતાન પેઢી (સંપી,  $F_1$ )ના બધા ઊંડો એ લક્ષણની બાબતમાં એકસમાન (uniform) હતા. મેન્ડેલે પ્રયોગોને અહીંથી અટકાવ્યા નહીં પણ એ સંપીના ઊંડો ઉપર કૃત્રિમ સ્વપરાગસેચન (selfing)થી બીજા ઉત્પન્ન કરીને એ બીજમાંથી ભજેલા ઊંડો ( $F_2$  અથવા સંપીના ઊંડો)નું અવલોકન કર્યું. એણે જોયું કે એ ઊંડોમાં જુદા જુદા ઊંડોમાં પ્રભાવી અને અપ્રભાવી એમ બંને વિકલ્પ રૂપો મળતાં હતાં. મેન્ડેલે જુદાં જુદાં લક્ષણ ધરાવતા ઊંડોની ગણતરી કરી નોંધ રાખી હતી એના ઉપરથી એને જણાયું કે સંપી ( $F_2$ )માં પ્રભાવી : અપ્રભાવી ગુણોત્તર, ૩ : ૧ હતો એટલે કે અપ્રભાવી લક્ષણરૂપ બતાવતા દરેક ઊંડ દીક પ્રભાવી લક્ષણરૂપવાળા ત્રણ ઊંડ હતા.

મેન્ડેલે જેનો અભ્યાસ કર્યો તેવાં સાતે લક્ષણો સંબંધી મળેલાં પ્રયોગ-પરિણામો તત્ત્વતઃ ઉપર વર્ણવ્યા છે તેવાં હતાં. આ પરિણામોનું વૈજ્ઞાનિક રૂપદીકરણ (scientific explanation) મેન્ડેલે આ પ્રમાણે આપ્યું : આવા દરેક લક્ષણના વિકાસ માટે કારણભૂત એવાં કારકો (factor) મા અને બાપના જનનકોષ (ગેમીટ, gamete, યુગ્મક)માં હોય છે. માતાપિતાના જનનકોષો સંયોગ પામતાં યુગ્મજ (ફલિતકોષ, ફલિતાંક, zygote) બંધાય છે. યુગ્મજમાં દરેક લક્ષણ માટેનાં બે કારકો (એક માતા તરફથી અને એક પિતા તરફથી) એકઠા થાય છે. આમ દરેક જાતના કારકની યુગ્મજમાં જોડ (pair, યુગ્મ) બંધાય છે. યુગ્મજમાંથી વૃદ્ધિ-વિકાસ થઈને નવો જીવપિંક (સંતાન) તૈયાર થાય છે. સંતાનમાં જ્યારે જનનકોષો તૈયાર થાય છે ત્યારે દ્વાપવિભાજન એવી રીતે થાય છે કે દરેક જનનકોષમાં ઉપરોક્ત દરેક કારકયુગ્મના બે કારકોમાંનો ગમે તે એક કારક જ કોઈ પણ જનનકોષમાં આવે છે. એવું પણ ધારવામાં આવ્યું કે યુગ્મજમાં સાથે રહેવા છતાં કારક-યુગ્મના બે કારકો પોતપોતાનું વ્યક્તિત્વ જાળવી રાખે છે એટલે કે એમનું મિશ્રણ થતું નથી. યુગ્મજમાંની દરેક કારકજોડી (કારકયુગ્મ)ના બે કારકો જનનકોષનિર્માણક્રિયા (gametogenesis)માં કોઈ પણ યુગ્મક અથવા જનનકોષમાં એ જોડિયાંનો એક જ કારક આવે એ રીતે છૂટાં પડે છે એ વિધાન “પૃથક્કરણ (પૃથક્કરણ)ના નિયમ (The Law of Segregation)” તરીકે જાણીતું છે. એને મેન્ડેલનો પ્રથમ નિયમ (Mendel's First Law) પણ કહે છે.

મેન્ડેલે પ્રયોગમાં એક લક્ષણનાં ભુદાં ભુદાં વિકલ્પીરૂપો ધરાવતા છેડાતું સંકરણ કરતાં પ્રથમ સંતાનપેદીમાં બેમાંથી એક વિકલ્પીરૂપ જ નેવા મળ્યું હતું પરંતુ દ્વિતીય સંતાનપેદી(સંપી, અથવા  $F_2$ )માં બંને વિકલ્પીરૂપો દેખાયાં હતાં. સંપીમાં જે વિકલ્પીરૂપ(alternate state) દેખાયું તેને “પ્રભાવી” (dominant) અને જેની અભિવ્યક્તિ (expression) થઈ નહિ તેને “અપ્રભાવી” (recessive) કહેવામાં આવ્યું તે તો આપણે આ પહેલાં જોઈ ચકા છીએ. સંપીમાં પ્રભાવી : અપ્રભાવી ગુણોત્તર ૩ : ૧ આવ્યો તે મેન્ડેલે કારકના મુદ્દા ઉપર આપેલી સમજૂતી સાથે અનુરૂપ કેવી રીતે થાય છે તે જોઈએ :

પ્રભાવી કારક માટેના સંચાક્ષર અંગ્રેજીમાં કેપીટલ લખવામાં આવે છે અને તદનુરૂપી (corresponding) અપ્રભાવી કારક માટે એ જ અક્ષરનું ખીજ એ ખી સી ડીનું રૂપ લખવામાં આવે છે. દા.ત. વટાણામાં જિંચાઈ પરત્વે બે વિકલ્પીરૂપો છે, લંબૂસ (Tall) અને ડિયુજ (dwarf). લંબૂસ રૂપના કારક માટે T સંચા રાખીએ તો ડિયુજરૂપ માટે t લખાય. સંકરણમાં માળાપ તરીકે લીધેલા છેડા જે તદ્દુપજનક (true breeding) હોય તો લંબુસમાં મૂળ યુગ્મજમાંના આ લક્ષણ માટેના કારક યુગ્મમાં બંને કારકો T હશે (એટલે કે કારકયુગ્મ TT હશે) અને તે જ પ્રમાણે ડિયુજમાંનું તદ્દનુરૂપ કારકયુગ્મ tt હશે, આ બંને પ્રકારના છેડામાં જનનકોષ નિર્માણ થતાં દરેક યુગ્મના કારકો છૂટાં પડશે અને દરેક જનનકોષમાં એક કારક જશે. લંબુસના મૂળ યુગ્મજમાં બંને કારકો હોવાથી એના જનનકોષમાં T કારક હશે અને ને પ્રમાણે ડિયુજના દરેક જનનકોષમાં t કારક હશે તે સમજી શકાય એવું છે. આ પ્રમાણે જનનકોષોનું બંધારણ હોઈ આ બે છેડાતું સંકરણ થતાં સંકીર્ણયુગ્મજ (hybrid zygote)માંનું કારકયુગ્મ T t થશે. T પ્રભાવી હોવાથી આ યુગ્મજમાંથી વિકસેલા છેડામાં પ્રભાવી લક્ષણરૂપ (આ કિસ્સામાં લંબુસરૂપ (Tallness) દેખાશે. બ્યારે આ સંકર (hybrid)માં જનનકોષોનું નિર્માણ થશે ત્યારે પુનઃજનનકોષો અને સ્ત્રી-જનનકોષો એ બંને બે પ્રકારના હશે; અર્ધા T ધરાવતા અને અર્ધા t વાળા. જે એમ ધારી લઈએ કે પરાગસેચન (પરાગણ, pollination) અહિંતુલક્ષી અથવા યાદચ્છિક રીતે (at random) થાય છે તો આવા છેડામાં સ્વપરાગણ કુદરતી રીતે કે કૃત્રિમ રીતે થતાં ૩ પ્રકારના યુગ્મજ બંધાય : TT, Tt અને tt અને તેમનો ગુણોત્તર (ratio) ૧ : ૨ : ૧ હોય.

ઉપરોક્ત લખીકતને સંજ્ઞાદ્વારા ચોક્કસ પદ્ધતિ (checker board method) એ રજૂ કરીએ. હેડના વર્ણુનમાં માત્ર એનું વિકલ્પીરૂપ છે તે જ લખીશું અને કારક પરત્વેનું એનું બંધારણ ગતાવીશું. સંકરણ ક્રિયા બતાવવા માટે માતાપિતા વચ્ચે ચોક્કસ યની નિશાની મૂકવામાં આવે છે.

નર માટે  $\overset{\uparrow}{O}$  અને માદા માટે  $\overset{O}{+}$  સંજ્ઞાઓ વપરાય છે.

પિતરો

લંબૂસ

ટિચુજી

x

■ નું બંધારણ

TT

tt

■ ના જનનકોષો

T

t

$\overset{\uparrow}{O}$

$\overset{O}{+}$

અને નું બંધારણ

સંજ્ઞા - I (સંકર યુગ્મકો)

$\overset{\uparrow}{O}$ જનનકોષો $\overset{O}{+}$ જનનકોષો	T	t
T	TT	Tt
t	Tt	tt

આવી રીતે યુગ્મજ બંધાવાની જ શક્યતાઓ છે. આ યુગ્મજોનો એકબીજા વચ્ચેનો ગુણોત્તર (ratio)

TT

Tt

tt

૧

:

૨

:

૧ છે.

T પ્રભાવી હોવાથી Tt યુગ્મજમાંથી બનેલા હેડમાં પણ પ્રભાવી વિકલ્પીલક્ષણ (આ કિસ્સામાં લંબૂસરૂપ) દેખાશે. આમ બહિર્લક્ષણ બોતાં સંજ્ઞા - I ( $F_1$ )ની સંકરપેઢી (hybrid generation)માં ૩ લંબૂસ : ૧ ટિચુજી.

(૧ TT : ૨ Tt : ૧ tt) એવો ગુણોત્તર દેખાશે.

ઔદ્યોગિક ચણતરી અને આયોજિક પરિણામે સામ્ય કરાવે છે એ કારણે મેન્ડેલવાદને સ્વીકૃતિ મળેલી છે.

દરેક લક્ષણના વિકલ્પોની વંશગતિ (inheritance) કેવી રીતે થાય છે તે તપાસનાં એન્ડેલે એને પ્રથમ નિયમ (૧૯૦૭નવમ્બરે નિર્ણય) રજૂ કર્યો. એ પછી એણે બે લક્ષણોની એક સાથે થતી વંશગતિ સંબંધી વિચાર કર્યો. એ પ્રયોગોનાં પરિણામો આવાં હતાં. (ચાલી આપેલા ઉદાહરણમાં વામનવિરાટ વિકલ્પરૂપ યુગ્મની સાથે ફૂલના રંગના લક્ષણનો સમાવેશ કર્યો છે. ફૂલ કયાં તો લાલ રંગના કે સફેદ રંગનાં છે અને લાલ રંગનું વિકલ્પીરૂપ પ્રભાવી છે એવું ધારવામાં આવ્યું છે. યુગ્મજ (zygote) માં તો જુદાં જુદાં લક્ષણો પરત્વે સેંકડો કારકયુગ્મો હોઈ શકે છે પરંતુ સરળતા ખાતર યુગ્મજનું બેધારણ ઉપરોક્ત બે વિકલ્પીરૂપ યુગ્મો માટે જ લખાવ્યું છે. માતાપિતા તદ્દપર નકલેવામાં આવેલાં છે. લાલ માટેનું કારક R (red) અને વિકલ્પોકારક r (સફેદ) છે. કૃત્રિમ સ્વપગગણ માટે (x) આવી સંજ્ઞા વાપરી છે.)

પ્રયોગ પરિણામ :

વિતરો લંબૂસ-લાલ x ડિંગુજ-સફેદ  
 સંપી - I (F<sub>1</sub>) લંબૂસ - લાલ (x)  
 એકસમાન (uniform)

સંપી - 2 (F<sub>2</sub>) લંબૂસ-લાલ લંબૂસ-સફેદ ડિંગુજ-લાલ ડિંગુજ-સફેદ  
 ૯ : ૩ : ૩ : ૧

આવા પ્રયોગ પરિણામ સમજાવવા માટે ૧લા નિયમ સંબંધી ગૃહિત કરેલી ધારણાઓ ઉપરાંત મેન્ડેલે ગૃહિત કર્યું કે જનનકોષ નિર્માણ વખતે વિકલ્પીરૂપો માટેના કારકયુગ્મોનું પૃથક્કાવન (segregation) થાય છે તે દરેક યુગ્મની બાબતમાં એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે થાય છે. આ ધારણા ગૃહિત રાખીને જો જનનકોષોનું બેધારણ નક્કી કરવામાં આવે તો સૈદ્ધાંતિક રીતે આવા સંકરણ-પ્રયોગમાં સંપી-2 (F<sub>2</sub>)માં નીચે પ્રમાણે થાય—

વિતરો લંબૂસ-લાલ x ડિંગુજ-સફેદ  
 TTRR ttrr  
 જનનકોષો (gametes) TR tr  
 સંપી - I (F<sub>1</sub>) TtRr  
 (જે એક સમાન હોય છે)

સંજ્ઞા — ૧ના જનનકોષો TR, Tr, tR અને tr ( $\overset{\uparrow}{O}$  અને  $\overset{\circ}{+}$ )

(કારણ કે કોઈ કોષમાં T અથવા t હોય તો ઉપર પ્રમાણે ધારતાં એ કોષમાં Rr યુગ્મમાંજ R અથવા r એ ગમે તે કારક આવી શકે.

$\begin{array}{c} \uparrow \text{જનન-} \\ O \text{ કોષો} \\ \swarrow \\ O \text{ જનન-} \\ + \text{ કોષો} \end{array}$	TR	Tr	tR	tr
TR	TTRR   લંબૂસ- લાલ	TTRr   લંબૂસ- લાલ	TtRR   લંબૂસ- લાલ	TtRr   લંબૂસ- લાલ
Tr	TTRr   લંબૂસ- લાલ	TTrr   લંબૂસ- સફેદ	TtRr   લંબૂસ- લાલ	Ttrr   લંબૂસ- સફેદ
tR	TtRR-   લંબૂસ લાલ	TtRr   લંબૂસ- લાલ	ttRR *કિંગુળ- લાલ	ttRr *કિંગુળ- લાલ
tr	TtRr   લંબૂસ- લાલ	Ttrr   લંબૂસ- સફેદ	ttRr *કિંગુળ- લાલ	ttrr ●કિંગુળ- સફેદ

આ કોઈ ઉપરથી જણાશે કે યાદગિહક રીતે પરાગણુ ધતા ૧૬ રીતે યુગ્મજો બંધાઈ શકે, અને એમનાં લક્ષણો કોઈમાં દર્શાવ્યું છે તે પ્રમાણે હોય. દરેક લક્ષણને છટું છટું જો લેવામાં આવે તો સંજ્ઞા — ૨ ( $F_2$ )માં

લંબૂસ	:	કિંગુળ	
૧૨	:	૪	એટલે કે
૩	:	૧	અને

તે જ પ્રમાણે



લાલ : સફેદ

૧૨ : ૪ એટલે કે

૩ : ૧ એવા ગુણોત્તર દેખાશે જે મેન્ડેલના

૧લા નિયમ સાથે સુસંગત છે.

બન્ને લક્ષણો સાથે લઈએ તો આ સૈદ્ધાંતિક ગણતરી પ્રમાણે સંવી - ૮માં

લ'બૂસ-લાલ લ'બૂસ-સફેદ કિંગુજી-લાલ કિંગુજી-સફેદ

૯ : ૩ ૩ ૧

એવા ગુણોત્તર દેખાશે જેની સાથે પ્રાયોગિક રીતે મળેલાં પરિણામો સામ્ય ધરાવે છે એટલે મેન્ડેલના બીજા નિયમ (સ્વતંત્ર પૃથક્કલન અથવા પૃથક્કરણનો નિયમ (The law of independent assortment) ને પણ પ્રાયોગિક ટેકા મળે છે.

મેન્ડેલે પોતાના પ્રયોગોનો અહેવાલ ઈ. સ. ૧૮૬૫માં બહાર પાડ્યો હતો પરંતુ એમ લાગે છે કે મેન્ડેલ પોતાના જમાનાથી ઘણો આગળ હતો કારણ કે તે સમયના સમર્થ વૈજ્ઞાનિકોનું ધ્યાન મેન્ડેલના સંશોધન તરફ ખેંચાયું હોય અગર એમ થયું હોય તો એમના દિમાગમાં આ સંશોધનનું મહત્વ ઊતર્યું હોય એમ લાગતું નથી, મેન્ડેલે આપેલા અહેવાલ તરફ દુર્લભ સેવાયું અને છેક ઈ. સ. ૧૯૦૧ના અરસામાં જુદા જુદા દેશના ત્રણ વૈજ્ઞાનિકોએ એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે દુનિયાનું ધ્યાન મેન્ડેલના સંશોધન તરફ ખેંચ્યું ત્યાં સુધી એના શકવતી પ્રયોગો અંધારામાં જ રહ્યા. ઉપરોક્ત ત્રણ વૈજ્ઞાનિકોનાં નામ કોરન્સ (Correns, જર્મની), ડે વ્રીઝ (De Vries, હોલેન્ડ) અને ટ્શેરમાક (Tschermak, ઓસ્ટ્રિયા) છે. મેન્ડેલે શોધેલા સિદ્ધાંતોની આ વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા ફરી શોધ થતાં મેન્ડેલના સંશોધનની યોગ્ય કદર થઈ શકી કારણ કે ત્યારે જીવશાસ્ત્રમાં એટલી પ્રગતિ થઈ હતી કે આ સંશોધનનું મહત્વ સમજી શકાયું. પછી તો આ વિષયમાં સેંકડો બહુ હજારો પ્રયોગો થયા અને એમાંથી અનુવંશ વિજ્ઞાન (Genetics) ની નવી વિજ્ઞાન શાખા જન્મી.

હવે કેટલાક આનુષંગિક પારિભાષિક શબ્દો લઈએ. જેને અત્યારસુધી આપણે કારક અથવા લક્ષણકારક (factor) કહ્યું તેને માટે હવે જીન (gene, વંશાણુ) એ શબ્દ વપરાય છે. એક લક્ષણ (જેમ કે ફૂલનો રંગ)નાં વિકલ્પીરૂપો (જેમ કે લાલ રંગ અથવા સફેદ રંગ) માટે જવાબદાર જીનોને

એકબીજાના વિકલ્પી જન (યુગ્મ વિકલ્પી અથવા એલીલ, allele, allelomorph) કહેવામાં આવે છે. જો જનયુગ્મ (genepair)માં બંને જનો એક જાતના દા. ત. લાલ રંગ માટેનાં કે સફેદ રંગ માટેના હોય તો તેવા જનયુગ્મને સમયુગ્મજ (homozygous) કહે છે. સ્પષ્ટ છે કે સમયુગ્મજ યુગ્મમાં બંને જનો અહીં આપેલા ઉદાહરણની જાણતમાં લાલ રંગ માટેના અથવા સફેદ રંગ માટેનાં હોઈ શકે છે. યુગ્મમાં જો બંને જનો જુદી જુદી જાતના (એટલે કે વિકલ્પી રૂપો માટેના, દા. ત. એક લાલ રંગ માટેના અને એક સફેદ રંગ માટેના એવા) હોય તો યુગ્મને વિપમયુગ્મજ (heterozygous) કહે છે. આ વિશેષણ જનયુગ્મ અથવા યુગ્મજ (એનાં જનબંધારણ પ્રમાણે) એ જાતને માટે વપરાય છે, જે સંકરણમાં એક જ લક્ષણનાં વિકલ્પી રૂપો માટે સંકરણ કરવામાં આવ્યું હોય તેને એકસંકર સંકરણ (monohybrid cross) કહે છે. એક સંકર એ વિશેષણ જે યુગ્મજમાં એક જનયુગ્મ વિપમયુગ્મજ (heterozygous) હોય તેને માટે પણ વપરાય છે. આ જ પ્રમાણે જ્યારે બે લક્ષણોનાં વિકલ્પી રૂપો માટે સંકરણ કરવામાં આવ્યું હોય ત્યારે દ્વિસંકર (dihybrid) શબ્દનો પ્રયોગ થાય છે. આ પ્રમાણે ત્રિસંકર (Trihybrid) જેવા શબ્દો પણ યોગ્યતાં છે. ઘાઈ પણ યુગ્મજ અથવા વ્યક્તિના જનવિપયક બંધારણ અથવા જનસમષ્ટિનો નિર્દેશ કરવા માટે જનીરચના અથવા જનબંધારણ (genotype) અને લક્ષણો (દા. ત. ઊંચાઈ, વજન, આકાર, રંગ, શ્વેત-વર્ગ વગેરે)નો સામૂહિક રીતે નિર્દેશ કરવા માટે લક્ષણસમષ્ટિ (phenotype) એ શબ્દો વપરાય છે.

મેન્ડેલની કારેક (અથવા જન)ની સંકલ્પનાને ભૌતિકશાસ્ત્રની અણુની સંકલ્પના (concept) જેવી મહત્ત્વની ગણવામાં આવે છે. આ સંકલ્પનાના પાયા ઉપર હેલ્ડી અંધી સદીમાં અનુવંશ વિજ્ઞાનમાં ભારે પ્રગતિ થઈ છે. આમ છતાં મેન્ડેલની મૂળ સંકલ્પના કાવચ રહી છે. પૃથ્વલવનનો નિયમ (the law of segregation) સાર્વત્રિક રીતે લાગુ પડે છે પરંતુ (હવે પછી જોઈશું તેમ) બીજો નિયમ અમુક પરિસ્થિતિ માટે જ સાચો છે. આમ છતાં, બીજો નિયમના અપવાદોના મુદ્દા ઉપર થયેલાં સંશોધનોએ અનુવંશ વિજ્ઞાનની પ્રગતિમાં ઘણો સારો ફાળો આપ્યો છે એ હકીકત તરફ દુર્લક્ષ સેવાયું જોઈએ નહિ.

મેન્ડેલના સરોધનોને આગળ ધપાવવામાં ધનુ વૈનનિમોનો ફાળો છે. આગળ પડતા આવા વૈનનિકોમાં મોર્ગન, સન, બોવેરી, ગોડાન્સેન, શ્લીઝસ, સ્ટુટ્ટેવા, ડોન્ડાસ્કો, ગ્રોડમી, મુલર, ઈસ્ટ, શલ, બીડલ, સ્ટર્ન, હોપ્ને, નોટસન, ક્રીક વગેરેના નામો વિનાવિલગ્ન ધ્યાનમાં આવે છે.

કાક અથવા જન જનનકોમાં છે (કારણ કે સિંગીજનનથી ઉપન્ન થયેલા જનપિક અને તેના માળાપને સાકાગતી કડીઓ માળાપ તન્કથી મળેલા બે જનનકોનો જ છે) પરંતુ મેળના કયા ભાગમાં આ કાગકો છે એ સળધી મેન્ડેલે કઈ કાગુ ન હતું. ઈસ ૧૯૦૦ પછી જ્યારે મેન્ડેલના પ્રયોગ પરિણામોની પુરાવા રાધ ધર્મિત્વાગ પડેના મેળના સ્વરૂપ સળધી સ્પ્રાસમુર્ગ અને બીજા વૈનનિકોએ ધણુ સરોધન કથું હતુ એ સરોધનને પરિણામે મેપકેન્ડ (nucleus)માં ક્રોમોસોમ (chromosome, યુયુસન, ગમસન) નામે ઓળખાતા ધમ્મે સળધી ધણી માહિતી એકી થઈ હતી ખાસ કરીને ડાવિઆજન દ મિયાન થતી ક્રોમોસોમ પ્રકૃતિ સળધી ધણુ જ્ઞાન સચયિત થયુ હતું. સન (અમેગિન) અને બોવેરી (જર્મન) નામના બે વૈજ્ઞાનિકોએ એકબીજાથી અલગ રીતે જોયુ કે ઉપરોક્ત ક્રોમોસોમની જનનકાપનિર્માણની ધમ્ના દરમિયાન થતી પ્રકૃતિ (વર્તન, behavior) અને મેન્ડેલે જોમના અસ્તિત્વની પરિપના (hypothesis) કરી હતી તે જોનાના વર્તન વચ્ચે પાનપાન સાગ્ય હતું. ક્રોમોસોમોમાં પશુ મા અને જાપ તન્કથી મળેલા ક્રોમોસોમોની જનનકાપનિર્માણ વખતે થતા અવિઆજન દરમિયાન જોડ બાધાતી હતી અને દરેક જોડમાંથી ફક્ત એક જ ક્રોમોસોમ ગમે તે જનનકો (ગેમીટ)માં જતો હતો. મેન્ડેલની સક પના પ્રમાણે માળાપ તન્કથી ગમે તે સક્કથુના સદર્જમાં મોના એક એક જનના મુગમજમાં બનેલા જનમુગમમાંથી પશુ જનનકાપ બનતી વખતે જોના આ જ પ્રમાણે જૂટા પડી દરેક મેપમાં (ગમે તે જોડમાંથી) એક જન એ રીતે એમની વહેચણી થતી હતી. સન અને બોવેરીએ પરિકલ્પના જી કરી કે જો જોના ક્રોમોસોમ ઉપર રહેલા હોય છે એવુ પ્રદિન કરીએ તો ક્રોમોસોમ અને જોનાના વર્તન વચ્ચેનુ સાગ્ય સમજ શકાય. મોર્ગન અને એના સહકાર્યકરો (સ્ટુટ્ટેવા, શ્લીઝસ, મુલર વગેરે) ના સરોધનોને પરિણામે આ પરિક પનાને ટેમ આપતી ધણી માહિતી મળી અને હાલમાં જોના ક્રોમોસોમ ઉપર હોય છે એ વિધાન સર્વસીકૃત છે એમ કહેવામાં વાધો નથી.

જીવપિંડમાં અનેક લક્ષણો હોય છે એટલે એ લક્ષણોના વિકાસ માટે જવાબદાર અનેક જીનો હોવાં જોઈએ. સામાન્ય રીતે દરેક જીવપિંડમાં એના કોષોમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા પ્રમાણમાં નાની હોય છે. આ જોતાં દરેક ક્રોમોસોમ ઉપર અનેક જીનો હોવા જોઈએ એ સહેલાઈથી સમજી શકાય એવી વાત છે. હવે જે જીનો એક જ ક્રોમોસોમ ઉપર હોય તે મેન્ડેલના ખીન નિયમ (સ્વતંત્ર ગુણધર્મોનો નિયમ) પ્રમાણે ચાલી શકે નહિ. આવા જીનોને સાંકળેલ જીનો (linked genes) અને આ ઘટનાને સાંકળેલતા (linkage) કહે છે. એક જ ક્રોમોસોમ ઉપર રહેલા જીનોને કારણે વિકસતાં લક્ષણોની સમૂહરૂપે વંશગતિ થાય એ ખાસ સમજી શકાય એવું છે. એવા લક્ષણસમૂહને સાંકળેલસમૂહ (linkage group) કહે છે. જનનકોષમાં જેટલા ક્રોમોસોમ હોય તેટલા સંકલનસમૂહો દેખાય એ પણ સ્પષ્ટ છે. જરા વિચાર કરતાં સમજાશે જે સંકલનસમૂહના જીનો હંમેશાં સાથે જ રહેલા હોય તો એ સમૂહનાં લક્ષણો એક જ જીનને કારણે છે કે અનેક જીનને કારણે એ પ્રશ્ન જોમો થઈ શકે; પરંતુ એવું જોવામાં આવ્યું છે કે સંકલન સમૂહો વચ્ચે જીનોનો વિનિમય (gene exchange) (જેને માટે crossing over, જીનવિનિમય એવો શબ્દપ્રયોગ વપરાય છે) થયા કરે છે. સમૂહના બધા જીનોનો વિનિમય એક સરખો થતો નથી. આ હકીકતો ઉપરથી એવો નિર્ણય કરવામાં આવ્યો છે કે જીનો ક્રોમોસોમ ઉપર હારખંધ (in a linear fashion) ગોઠવાયલા હોય છે અને ક્રોમોસોમના સંલાગ-જિંદુ (ગુણસૂત્રજિંદુ, સેન્ટ્રોમિયર, centromere) થી જીનસ્થાન (locus) જેમ દૂર તેમ વિનિમયની શક્યતા ઓછી; તે જ પ્રમાણે જે જીનો વચ્ચેનું અંતર જેમ વધારે તેમ વિનિમયથી સમૂહમાંથી છૂટા પડવાની શક્યતા વધારે અને એ અંતર ઓછું તેમ એવી શક્યતા ઓછી. એ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે જીનવિનિમય સમન્વિત (homologous) ક્રોમોસોમો વચ્ચે થઈ શકે કારણે કે (વ્યાખ્યા પ્રમાણે) સમન્વિત ક્રોમોસોમો એટલે જે ક્રોમોસોમોનું જનનનિર્માણ માટે થતા કોષવિભાજન (અર્ધસૂત્રણ અથવા meiosis) સમયે યુગ્મન (pairing) થાય છે તે.

ઉદ્વિકાસ (ક્રમવિકાસ, ઉત્ક્રાન્તિ, evolution) વાદ પ્રમાણે હાલમાં વિદ્યમાન છે તે જીવપિંડજાતિઓ (species) ભૂતકાળમાં થઈ ગયેલી જાતિ-ઓમાંથી જીતરી આવી છે. આમ થવા માટે સૌ પ્રથમ તો એ જરૂરી છે કે સંત-

ઉદ્વિકાસ પ્રક્રમ માટે મહત્વના છે કારણ કે એવા ફરક જ પ્રાકૃતિક વનસ્પતી સંતતિમાં જનરી શકે છે, અને એ રીતે ધીમે ધીમે નવી જાતિઓ અસ્તિત્વમાં આવે છે. આ જાતે વાદને ટૂંકામાં આ પ્રમાણે સ્મૂ થઈ શકે :

### લામાર્કવાદ (Lamarck's theory)

ફ્રેંચ વૈજ્ઞાનિક લામાર્ક અનુસાર જીવપિંડો સમાયોજન (અથવા અનુકૂલન) સામર્થ્ય (ability of adaptation) ધરાવે છે. સમાયોજન સામર્થ્ય એટલે પર્યાવરણ (પરિસ્થિતિ, environment) પ્રમાણે યોગ્ય રીતે જીવનવ્યવહારમાં ફેરફાર કરવો તે. પર્યાવરણીય ફરક પ્રમાણે જીવપિંડના અંગમાં વિવિધ પ્રકારના અને વિવિધ દિશાના ફરક પડે. લામાર્કના મત પ્રમાણે આવા ફરક સંતતિમાં વારસાગત રીતે જીનરે છે. આ રીતે જો દોઢ અંગ પેટીઓ મુધી અમુક રીતે વપરાય તો તેમાં ક્રમિક રીતે પેટી દરપેટી અમુક ફેરફાર થયા કરે અને પેટીઓ પછી એ અંગમાં એટલો બધો ફરક પડી જાય કે મૂળ જીવપિંડની સરખામણીમાં આ નવો જીવપિંડ નવી જાતિનો હોય એવું પરિણામ આવે. આ જ રીતે જો કોઈ અંગ પેટીઓ મુધી ઉપયોગમાં નહિ આવે તો વ્યવહારહીન (disuse)ને કારણે ધીમે ધીમે નવી પેટીઓમાં એ અંગ ઘસાવા માંડે. આવા ફેરફાર થયું વારસામાં જીનરે.

લામાર્કના વાદનો વિરોધ કરનારાઓમાં વાઈઝમનનું નામ મોખરે છે. વાઈઝમનના મત પ્રમાણે જીવપિંડના અંગમાં જનનદ્રવ્ય (germ plasma) બાકીના શરીરથી અલગ હોય છે અને એ દ્રવ્યનું પેટી દરપેટી સાતત્ય જળવાઈ રહે છે. બાકીના ભાગને દેહ, કાયા અથવા સોમા (soma) કહે છે. આ મત પ્રમાણે જનનદ્રવ્યેતર કાયા (soma)માં થયેલા ફેરફારો વારસાગત નથી. દા. ત. દોઢનો હાથ કે પગ કપાઈ જાય તો તે ખોડ સંતતિમાં જીતરે નહીં પરંતુ આનુવંશિક કારણે ઉદ્ભવેલી ખોડ જ વારસાગત હોય.

ડાર્વિનવાદ (Darwinism) બ્રિટીશ વૈજ્ઞાનિક ડાર્વિને ઈ. સ. ૧૮૫૯માં એનો યુગવર્તી ગ્રંથ ‘ધ ઓરીજન ઓફ સ્પીશીઝ બાય નેચરલ સીલેક્શન (The Origin of Species by Natural Selection), પ્રસિદ્ધ કર્યો. એ ગ્રંથની પ્રસિદ્ધિથી ઉદ્વિકાસવાદ તરફ ઘણું ધ્યાન એવાયું. દેટલાયે લોકો ભૂલથી માને છે કે આ પુસ્તકમાં ડાર્વિને ખાસ કરીને ઉદ્વિકાસવાદનું સમર્થન કર્યું છે, પરંતુ ખરેખર તો ઉદ્વિકાસક્રમનું ક્રિયાતંત્ર (mecha-

nism of evolution ) સમજાવતો વાદ ડાર્વિને એ પુસ્તક દ્વારા રજૂ કર્યો છે. ડાર્વિનના વિચારો જેવા જ વિચારો તે જ અરસામાં અને સ્વતંત્ર રીતે વોલેસ નામના વૈજ્ઞાનિકે પણ રજૂ કર્યા હતા; એ રીતે આ વાદ ધણીવાર ડાર્વિન અને વોલેસના વાદ તરીકે પણ ઓળખાય છે. ડાર્વિનવાદની અસર ઉદ્દવિકાસવાદ લોડોના મગજમાં મજબૂત રીતે ડસાવવાની થઈ છે અને એ વિચારસરણીની અસર જીવશાસ્ત્ર સિવાયની બીજી ઘણી જ્ઞાનશાખાઓ ઉપર પડી છે. સામાજિક સંસ્થાઓનો ઉદ્દવિકાસ, મૂળ તત્ત્વોનો ઉદ્દવિકાસ, પ્રજાંકનો ઉદ્દવિકાસ, એમ જાતજાતના સંદર્ભમાં ઉદ્દવિકાસ ( evolution ) શબ્દનો પ્રયોગ થાય છે.

ડે ફ્રાઝ (de vries) નામના ડચ વૈજ્ઞાનિકના મત અનુસાર ઉદ્ભવિકાસ માટે સામાન્ય લક્ષણરૂપથી તદ્દન જૂદા પડી આવના ફરકો જવાબદાર છે. આવા ફરકો માટે ડે ફ્રાઝે “ઉત્પરિવર્તન (mutation)” શબ્દ વાપર્યો, આ શબ્દ પ્રમાણે ડર્વાને સૂચવેલા નાના નાના ફરકો (વધવટ, fluctuations) નહીં પણ જે તે લક્ષણમાં થયેલા ક્રાંતિકારી ફેરફારો ઉદ્ભવિકાસ પ્રક્રમ માટે જવાબદાર છે. હાલના મત પ્રમાણે ઉદ્ભવિકાસ માટે કાર્યોને સૂચવ્યાં હતાં તેવા નાના ફરકો ( પણ એવા કે જે આનુવંશિક હોય ) તે ઉદ્ભવિકાસ પ્રક્રમમાં વધારે અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ડેફીઝના વાદથી આવા આનુવંશિક ફરકો તરફ ધ્યાન વધારે કેન્દ્રિત થયું.

ડાર્વિનવાદનો સૌથી મહત્વનો મુદ્દો પ્રાકૃતિક વરણી (natural selection) નો છે. દર્શપણ લક્ષણ સમૃદ્ધિ (phenotype) ના મામુલી ભાગના ફરકની પણ પ્રાકૃતિક વરણીની દૃષ્ટિએ થોડી માત્રામાં પણ વધારે દિશ્મન હોય તો વખત જતા તેમાંથી નવી જાતિનો ઉદ્ભવ થઈ શકે છે. ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી ફીશર હૉલ્ડેન અને સેવલ રાઈટે આ વાત સારી રીતે સમજાવી છે. ઉદ્ભવિકાસ પ્રક્રમમાં સામુદાયિક રીતે જે તે જાતિના જીનો (gene population) નું શું થાય છે એ વિશે હાડી અને વાઈનિયર્ગ નામના વૈજ્ઞાનિકોએ કરેલાં સંશોધનો પાયાનું મહત્વ ધરાવે છે.

ઉદ્ભવિકાસ પ્રક્રમ ઉપર અંગ્રેજી ભાષામાં લોકજોગ્ય રીતે જુલિયન હકૂસ્લીએ ઘણું લખ્યું છે. મનુષ્ય ઉદ્ભવિકાસપ્રક્રમની ઘટનાનું એક અંગ છે પરંતુ ખીજા બધા જ જીવપિંડોથી મનુષ્ય ખાસ એ રીતે જૂદો પડે છે કે એને પોતાને આ પ્રક્રમનું ભાન થયું છે. એ રીતે સભાન રીતે એ ઉદ્ભવિકાસ પ્રક્રમમાં પોતાનો ફાળો આપી શકે એમ છે અને એ રીતે ઉદ્ભવિકાસ પ્રક્રમ યોગ્ય રસ્તે ચાલે એ જોવાની મનુષ્યની નૈતિક જવાબદારી છે એવો હકૂસ્લીના લખાણોનો ખ્યાલ છે.